UNTERSUCHUNGEN

über

ENTWICKLUNG UND SYSTEMATIK

EINIGER PROTOCOCCOIDEEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät der Universität Basel.

vorgelegt von

Alexander Artari

aus Moskau (Russland).

MOSKAU.

1892.

UNTERSUCHUNGEN

über

ENTWICKLUNG UND SYSTEMATIK

EINIGER PROTOCOCCOIDEEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät der Universität Basel.

vorgelegt von

Alexander Artari

aus Moskau (Russland).

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

MOSKAU.
Gedruckt in der Universitätsbuchdruckerei.
1892.

Extrait du Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou, № 2, 1892.

Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen.

Von

Alexander Artari.

„Die Aufgabe der gegenwärtigen Algologie scheint mir darin zu liegen, die Formen so genau und vollständig wie möglich zu studiren, und für einmal noch als gesondert neben einander zu stellen".

Carl Nägeli [„Gat. einzell. Algen", p. 41].

„Hier ist aber vergessen worden, das Aehnlichkeit zweier Dinge, noch lange nicht ihre Gleichheit bestimmt".

I. Meyen [„Ueb. die Priestleysche grüne Materie", Linnaea, II, p. 389].

„De ce qu'une espèce arrive parfois, soit à l'état normal, soit à un état morbide, à ressembler à une autre, il ne s'ensuit pas que les deux éspèces n'en font qu'une".

P. A. Dangeard [„Resch. sur les algues infér." p. 158].

Die Ordnung der *Protococcoideen* bietet von dem Gesichtspuncte der Lehre von der progressiven Entwicklung der Organismen das allergrösste Interesse dar. Darauf wurde schon von *De-Bary*[1]) auf-

[1]) *De-Bary*, Zur Systematik der Thallophyten. „Botanische Zeitung". 1881.

merksam gemacht und von *Klebs* besonders hin gewiesen: „Die ersten Anfänge der letzteren (Bryophyten, Pterydophyten, Gymnospermen und Angiospermen)—so müssen wir annehmen—ruhen in den einfachsten Formen der Protococcoideae; darum sind dieselben von besonderem Interesse und grosser Bedeutung“ [1]). Obgleich diese Ordnung so tiefe wissenschaftliche Bedeutung hat, ist sie bis jetzt ganz ungenügend bekannt geblieben. Ueber Entwicklungsgeschichte von vielen Formen, die zu dieser Gruppe gehören, haben wir sehr geringe Kenntnisse oder gar keine [2]). Es giebt in dieser Ordnung verhältnissmässig viele *zweifelhafte* Formen, welche nach der Ansicht einiger Botaniker selbstständige Arten sind, nach derjenigen anderer nur die Stadien der Entwicklung verschiedener Algen, die zu verschiedenen Ordnungen gehören, darstellen. Mehrmals wurde die Meinung geäussert, dass niedere Algen an polymorphen Formen reich seien, d. h., dass Formen, welche unter dem Einflusse verschiedener äusserer Bedingungen stehen, in andere übergehen können. Die extremsten Anhänger dieser Lehre sprechen die Ansicht aus, „dass der Begriff von Gattung und Art bei den polymorphen Algen anders aufzufassen ist, als bei anderen Pflanzen“ [3]). Solche Ansichten tauchten schon vor mehreren Jahrzehnten auf. *C. A. Agardh*[4]) und *F. T. Kützing*[5]) glaubten, dass viele Algen nicht nur in andere sich verwandeln können, sondern auch in höhere Pflanzen sich zu entwickeln im Stande seien. Nach *Kützing*, zum Beispiel, entwickelt sich *Protococcus viridis* in *Conferva*, *Nostoc*, *Vaucheria*, Moos u. s. w. Aber ähnliche Ansichten dieser und zahlreicher anderer Gelehrten der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts

---

[1]) *G. Klebs*, Organisation einiger Flagellaten-Gruppen. „Unters. aus dem Botan. Inst. zu Tübingen“. I Band. 1881—85.

[2]) Mit voller Klarheit kann man sich davon aus der neuerdings erschienenen. Algenbearbeitung von *N. Wille* („Die natürlichen Pflanzenfamilien“ von *A. Engler* und *K. Prantl*, I, 2) überzeugen, wo alle Kenntnisse, welche wir über *Protococcoideen*-Gattungen besitzen, zusammengestellt sind.

[3]) *A. Hansgirg*, Ueber den Polymorphismus der Algen. „Botan. Centralblatt“ 1885.

[4]) *Agardh*, Dissertatio de Metamorphosi Algarum. Lund. 1820.

[5]) *Kützing*, Die Umwandl. nied. Algenformen in Höhere. Haarlem. 1841.

wurden ziemlich bald aufgegeben, denn bei weiteren genaueren Untersuchungen war es nicht schwer, sich von den falschen Beobachtungen und willkürlichen Deductionen dieser Algologen zu überzeugen. Die Gelehrten, welche unmittelbar auf *Kützing* folgten, haben viele Algengattungen und Arten entdeckt, als selbstständige Formen aufgefasst und beschrieben.

Im Jahre 1865 zeigte *Cienkowski* [1]), dass die Alge, welche von *Nägeli* unter dem Namen *Gloeocystis* beschrieben wurde, sich unter gewissen Umständen in *Chlamydomonas* entwickelt, und die letztere wieder sowohl in einen *Gloeocystis*—als auch in einen *Palmella*—Zustand sich umwandeln kann. Im Jahre 1872 veröffentlichte *Famintzin* eine Arbeit unter dem Titel: „Die anorganischen Salze als ausgezeichnetes Hülfsmittel zum Studium der Entwicklung niederer chlorophyllhaltiger Organismen“ [2]), in welcher er mittheilt, dass *Conferva* und *Stigeoclonium* mitunter in einzelne Zellen zerfallen, die nach ihrem Aussehen und ihrem Bau ganz ähnlich den *Protococcus*—Zellen seien. Diese Zellen sind im Stande, sich wiederum in *Conferva*—resp. *Stigeoclonium*—Fäden zu entwickeln. Auch kann *Pleurococcus vulgaris* nach *Famintzin's* Beobachtungen, zu confervaartigen Gebilden auswachsen.

Im Jahre 1876 zeigte *Cienkowski*, dass *Stigeoclonium* ebenso *Ulothrix* und einige andere Fadenalgen in *Palmella*—(resp. *Protococcus*) —Zustände übergehen können [3]). Bald darauf wurde noch eine Zahl von Algen bekannt, welche im Laufe ihres Lebens *Gloeocystis*—artige oder *Palmella*—artige Zustände bilden. Ich muss hier die Arbeit *Borzi's*: „Studi algologici“ erwähnen, in welcher viele Algen beschrieben sind, die *Palmella*—ähnliche Zustände haben; auch nenne ich die Arbeiten von *Schnetzler* [4]), *Schaarschmidt* [5]),

---

[1]) *Cienkowski*, Ueber einige chlorophyllhaltige Gloeocapsen. „Bot. Zeit.“ 1865

[2]) Bull. de l'Academie Imp. des sciences de S.-Petersbourg. XVII. 1872.

[3]) *Cienkowski*, Ueber Palmellazustand bei Stigeoclonium. „Bot. Zeit.“ 1876. Sieh auch seine Arbeit: Zur Morphologie der Ulothricheen. Bull. de l'Acad. Imp. des sciences de S.-Petersbourg. XXI. 1876.

[4]) *Schnetzler*, Sur les rapports qui existent entre le Palmella.... [Bull. de la Société Vandoise des sciences nat., 2 ser. XVIII. 1882.

[5]) *Schaarschmidt*, Némely Chlorosporeak vegetativ alakvallozarol. Mag. Novenit. Lapok. VII. 1883. Refer. in „Botan. Centralbl.“, XX, p. 354.

Anderson[1]), *De-Wildeman*[2]), wo *Palmella*—ähnliche Zustände bei verschiedenen Algen beschrieben sind.

Alle diese Untersuchungen, die im allgemeinen richtig sind, zeugen nur davon, dass einige Algen existieren, die *Gloeocystis* — resp. *Palmella*—artige Zustände bilden können, dass mehrere Fadenalgen bei verschiedenen, noch nicht näher bestimmten Bedingungen in einzelne Zellen zerfallen und einige Zeit als einzellige Organismen vegetiren. Aber viele Algologen haben aus diesen Beobachtungen zu weitgehende Schlüsse gezogen; denn sie behaupten, dass alle Arten, die unter den Namen: *Protococcus*, *Pleurococcus*, *Palmella*, *Gloeocystis*, und einiger anderer beschrieben wurden, keine selbstständige Arten, sondern nur Entwicklungsstadien von sehr verschiedenen Algen seien. Ich weise erstens auf *Falkenberg* hin, der über *Protococcus* so schreibt: „Seitdem aber nachgewiesen ist, dass derartige *Protococcus*-Zellen in dem Entwicklungsgange zahlreicher höherer Algen auftreten können, ist es zweifelhaft geworden, ob es überhaupt selbstständige *Protococcus* - Formen giebt, deren Entwicklungsgang abgeschlossen sein würde mit der Bildung von Zoosporen, welche, ohne jemals höhere Entwicklungsstadien zu zeigen, direct in neue ruhende *Protococcus* — Zellen überzugehen vermöchten“ [3]). In der bekannten systematischen Bearbeitung der Algen von *Kirchner* lesen wir über *Protococcus* folgendes: „Diese Gattung enthält eine Anzahl wahrscheinlich sehr heterogener Formen, von denen gewiss die meisten, wenn nicht alle, in den Entwicklungskreis höherer Algen als copulirte Microzoosporen, zur Ruhe gekommene Macrozoosporen oder endlich als Producte eines eigenthümlichen, von *Cienkowski* beobachteten Zerfallens mancher Fadenalgen gehören“ [4]). Nach den Ansichten von

---

[1]) *Anderson*, Om Palmella noaeformis.... [Bot. Section af Naturvetenscapl. Studentsällsk. i Upsala. 1887; auch in „Botaniska Notizer“, Häft 2. 1888. Refer. in „Bot. Centralbl., XXXV, p. 351.

[2]) *De-Wildeman*, Note sur l'Ulothrix crenulata Kg. “Bull. de la Société royal de Botan. de Bolgique“, XXVI. 1887.

[3]) *Falkenberg*. Die Algen im weitesten Sinne, p. 279 [Schenk, Handbuch der Botanik, B. II].

[4]) *Kirchner*, Algen. Kryptogamenflora von Schlesien. Zweiter Band, erste Hälfte, p. 102—103.

Wille sind *Protococcus* Ag., *Palmella* Lyngb., *Gloeocystis* Näg., *Zoochlorella* Brandt Stadien verschiedener *Chlorophyceen*; infolge dessen können die genannten Algen keinen Platz im System der *Protococcoideen* finden und sind zu streichen [1]). Aehnliche mehr oder weniger scharf ausgedrückte Ansichten kann man in vielen algologischen Arbeiten finden. Ich werde nicht alle diese Arbeiten citieren, denn es würde zu viel Raum in Anspruch nehmen; aber ich muss noch etwas eingehen auf die Arbeit von *Hansgirg*: „Ueber den Polymorphismus der Algen", in welcher er sehr scharf die Selbstständigkeit niederer Algenarten — resp. Gattungen verneint. „Ich muss auch hier wiederholen, dass es besonders bei niederen Algen keine eigentlichen Arten, sondern nur Formen gebe" [2]).

Man kann nicht daran zweifeln, dass die Ansichten über Vielgestaltigkeit von grünen Algen eine Stütze fanden in einigen Arbeiten über *Phycochromaceen* und *Bacterien*, in welchen die Existenz von Arten mit besonderem Nachdruck geleugnet wurde. Doch alle diese Ansichten über Veränderlichkeit der Form bei niederen Pflanzen überhaupt wurden der Kritik unterworfen. So war, zum Beispiel, *De-Bary* entschiedener Gegner der Lehre über den Polymorphismus der Bacterien, indem er die Selbstständigkeit der Arten bei diesen Organismen vertheidigte [3]). Auf gleichem Standpuncte wurden *Hansgirg*'s Anschauungen über verschiedene Umwandlungen der Algen und alle daraus gezogenen Schlüsse von *Klebs* [4]) kritisirt und als unrichtige und vor allem unbewiesene bezeichnet. Dieses Urtheil gründet sich wesentlich darauf, dass Hansgirg seine Schlüsse über Verwandlungen verschiedener Algen nur daraus ziehe, dass er an denselben Orten in verschiedener Zeit einige Algen gefunden habe, welche nach *Hansgirg* die einen aus den andereren sich entwikkelt haben; aber dieser Gelehrte habe keine Umwandlungen direct unter dem Microscope beobachtet und überhaupt seien alle Schlüsse

[1]) *Wille*, Chlorophyceae, p. 27 [„Die natürl. Pflanzenf". v. Engler und Prantl, I, 2].

[2]) *Hansgirg*, l. c.

[3]) Sieh seine „Vorlesungen über Bacterien", p. 19—27.

[4]) *Klebs*, Kritische Bemerkungen... „Biol. Centralbl.", V, p. 641—647.

Hansgirg's nur aus oberflächlichen Beobachtungen und willkürlichen Combinationen hervorgegangen.

Nichtsdestoweniger ist die Frage über Selbstständigkeit mehrerer Arten und Gattungen nicht vollständig beantwortet. Wie es schon oben hervorgehoben wurde, kommen beim Studium der Frage über Vielgestaltigkeit der Algen fehlerhafte Schlüsse an den Tag, welche bei der Beurtheilung der Artenselbsständigkeit gemacht wurden. Wenn es nachgewiesen wurde, dass einige Fadenalgen bei verschiedenen Bedingungen in einzelne *Protococcus*—ähnliche Zellen zerfallen, so kann man nicht daraus schliessen, das *alle Protococcus*—ähnliche Zellen, welche sich in der freien Natur finden, nur Entwicklungsstadien von sehr verschiedenen Fadenalgen darstellen. Wenn *Chlamydomonas* und mehrere andere Algen einen Zustand bilden, der nach seinem Aussehen an *Palmella* oder *Gloeocystis* erinnert, so folgt daraus nicht, dass *alle Palmella*—resp. *Gloeocystis* — Formen, zu den *Chlamydomonaden* oder anderen Algen, bei welchen solche Zustände entdeckt wurden, gehören müssen. Aus den Beobachtungen, die ich unten darstellen werde, folgt, dass *Gloeocystis* bei Wassercultur seine geschachtelten Membranen verliert und in die Form übergeht, welche an *Palmella* erinnert. Kann man daraus einen Schluss ziehen, dass *Gloeocystis* und *Palmella* sich in directer genetischer Verbindung befinden? Die genauere Untersuchung zeigt uns das Gegentheil. Die Sache verhält sich so: bei weiterer Lehm-oder Torfcultur einer *Palmella*—ähnlicher *Gloeocystis* erhält die letztere wiederum das geschachtelte System von Membranen und kehrt in den früheren Zustand zurück; aber *Palmella* bildet solche Membranen unter keinen Umständen. Auf solchem Wege kann man sich überzeugen, dass *Pleurococcus* und *Chlorosphaera* verschiedene, scharf geschiedene Organismen sind, obgleich *Chlorosphaera* bei Vermehrung durch Wandtheilung *Pleurococcus*—ähnliche Zellen bildet. In ganz ähnlichen Beziehungen stehen die echten *Protococcus*—Zellen zu denjenigen, welche als Zerfallproducte von Fadenalgen auftreten.

Hier muss ich die neuerdings erschienene Arbeit „Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen“ von

Beyerinck [1]) erwähnen. In dieser Arbeit beschreibt *Beyerinck* unter anderem seine Versuche mit *Scenedesmus*, welcher bei Cultur in Nährgelatine seine Form veränderte und in grüne kugelförmige Zellen sich verwandelte. Obgleich *Beyerinck* einen sicheren Weg zur Algenuntersuchung erwählte, nämlich die Reincultur unter verschiedenen Bedingungen, scheinen mir dennoch seine Versuche mit *Scenedesmus* nicht überzeugend. *Beyerinck* verfolgte die Entwicklung dieser Form direct unter dem Microscope nicht. Was seine Cultur des *Scenedesmus* anbetrifft, so kann man es nicht als sicher hinstellen, dass hierbei nicht einige Zellen von *Chlorella* Brk. und anderen Algen zufällig mitgekommen sind, welche die Reincultur verunreinigt haben. Jedenfalls wäre es interessant, die weitere Entwicklung dieser kugelförmigen Zellen im Wasser zu verfolgen, um sich zu überzeugen, ob sie im Stande sind, wiederum *Scenedesmus*—ähnliche Colonien zu bilden.

Die Hauptsache, welche die Ideen über Vielgestaltigkeit von allen oben erwähnten Algen hervorruft, liegt in unseren geringen Kenntnissen über die Formen der *Protococcoideen* überhaupt und über ihre Entwicklungsgeschichte im besondern.

Die Aufgabe vorliegender Arbeit, welche nach dem Vorschlage und unter der Leitung des Herrn Professor *Klebs* ausgeführt wurde, bestand in der Untersuchung einiger Protococcoideenarten, besonders derjenigen, die bis jetzt grösstentheils als *zweifelchafte Formen* aufgefasst wurden. Die Untersuchungen bestanden in der Cultur dieser Formen unter möglichst verschiedenen Bedingungen. Dabei richtete ich beständig mein Augenmerk darauf, eine Antwort auf die Frage zu erhalten: ob in der That diese Formen nur Entwicklungsstadien von verschiedenen Algen seien, zu welchen sie sich früher oder später entwickeln müssen, oder ob umgekehrt diese Formen selbstständige Arten darstellen, welche einen ganz bestimmten und streng beständigen Entwicklungsgang haben. Das Ergebniss dieser Arbeit besteht in der Anerkennung der Selbstständigkeit der

---

[1]) „Botanische Zeitung“ 1890. №№ 45, 46, 47 und 48.

untersuchten Arten. Dabei zeigt sich in den Culturversuchen der Einfluss, welchen die veränderten Existenzbedingungen auf die Form und die Entwicklung der untersuchten Organismen erzeugt haben. Dieser Einfluss äussert sich, nach meinen Beobachtungen, nur in sehr beschränkten, streng bestimmten Grenzen, die jedenfalls nicht die Grenzen der specifischen Unterschiede überschreiten. Ich erlaube mir noch einmal zu betonen, dass die Form, welche ihr Aussehen unter dem Einflusse der neuen Bedingungen einigermassen verändert hat, im Stande ist, wiederum ihr ursprüngliches Aussehen anzunehmen, wenn sie in das frühere Medium übertragen wird. Diese Tatsachen zeigen einen gewissen Widerstand der Organismen gegen das Medium, so dass von einer plötzlichen Umwandlung der Algen («Metamorphosen» alter und einiger neuer Autoren) unter verschiedenen veränderten Bedingungen keine Rede sein kann.

Indem ich jetzt zur Darlegung meiner Beobachtungen übergehe, halte ich es an dieser Stelle für meine Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor *Klebs* für seine stetige Unterstützung durch That und Rath meinen verbindlichsten und herzlichsten Dank auszusprechen.

Basel, im December 1891.

I.

Chlorococcum infusionum Menegh.

(Protococcus infusionum (Schrank) Kirchn).

Die Form, welche ich jetzt beschreiben will, habe ich ganz zufällig gefunden. Sie zeigte sich in einem kleinen Aquarium, in welchem andere Algen cultivirt wurden. In Folge sehr üppiger Entwicklung dieser Form gelang es mir leicht, ganz reine Culturen davon in beliebiger Menge zu bekommen. Auf Grund der Merkmale, welche sich in der Struktur der Zelle und der Entwicklungsgeschichte dieser Alge zeigen, habe ich sie als *Chlorococcum infusionum* Menegh bestimmt. Wie es bekannt ist, wurde *Chlorococcum infusionum* ziemlich ausführlich von *Famintzin* in seiner schon oben citierten Arbeit: „Die anorganischen Salze... etc beschrieben. Doch stehen meine Beobachtungen über diesen Organismus in vielen Punkten nicht in vollem Einklange mit denjenigen von *Famintzin*, was ich mir dadurch erkläre, dass ich die Möglichkeit hatte, diese Alge etwas näher und ausführlicher untersuchen zu können. Infolge dessen mache ich auf solche Details aufmerksam, welche von meinem Vorgänger nicht ganz richtig wahrgenommen oder überhaupt nicht beobachtet wurden.

Grösse und Structur der Zelle.

Die Grösse der Zellen ist sehr variabel. Am häufigsten kann man Zellen treffen, welche 10—30 μ. im Durchschnitte haben, aber es giebt auch mehr oder weniger Abweichungen von dieser Norm nach der einen oder andern Richtung. Gewöhnlich in dem Medium, welches der Zoosporenbildung günstig ist (Regenwasser

oder 0,5—1% Nährlösung) erreichen die Zellen keine bedeutende Grösse; dagegen in concentrirten Nährlösungen oder in feuchter Luft werden sie grösser.—Die Zellen haben runde, ovale mitunter längliche Gestalt (Pl. VI, Fig. 1, 4, 10).

Die Individuen sind bald einzeln für sich, bald in Flächen und Complexen von sehr unregelmässiger Form vereinigt; in letzterem Fall erscheinen die Zellen oft infolge gegenseitigen Druckes polyedrisch (Pl. VI, Fig. 5, 6, 8).

Nach ihrem äussern Aussehen tritt die Zellmembran sehr verschieden auf. Bei jungen Zellen ist sie gewöhnlich dünn, bei alten Zellen wird sie allmählig dicker. Die Dicke hängt besonders von dem Einflusse äusserer Bedingungen ab. Bei der Cultur von jungen Zellen, welche ganz dünne Membranen haben, in 1%—4% Nährlösung werden ihre Zellhäute dicker, mitunter geschichtet. Aehnliche dicke Membranen sind auch bei Dauersporen zu beobachten (Pl. VI, Fig. 11).

Diese Thatsache steht im Widerspuche mit den Beobachtungen von *Famintzin*: „An allen von mir beobachteten Formen hat die Membran nie eine beträchtliche Dicke erreicht“ [1]). Es ist zu bemerken, dass *Rabenhorst* [2]), *Kirchner* [3]) u. a. Algologen bei *Chlorococcum infusionum* auf eine dicke Membran aufmerksam machen.

Der Zellinhalt besteht aus dem Protoplasma, welches die innere Fläche der Zellmembran bekleidet und aus einer grossen Centralvacuole. In dem Protoplasma sind *ein* kelchförmiges mit *einem* runden Pyrenoide versehenes Chromatophor und ein oder mitunter mehrere Zellkerne eingelagert. Das Chromatophor nimmt nicht die ganze Fläche der Zelle ein, sondern ist mit einem Ausschnitte versehen; der letztere liegt gewöhnlich unter dem Pyrenoide und ruft die Erscheinung des hohlen hellern Raumes hervor (Fig. 4). Was die Zellkerne anbetrifft, so gelang es mir in dieser Beziehung folgende interessante Thatsache zu constatiren. In ganz jungen, so

---

[1]) *Famintzin*, l. c. p. 239.
[2]) *Rabenhorst*, Flora Europ. Alg. Sectio III p. 57.
[3]) *Kirchner*, l. c. p. 103.

eben aus Zoosporen ausgewachsenen Zellen, ist je 1 Zellkern zu beobachten (Fig. 12). Aber in ältern Zellen finden sich manchmal mehrere Zellkerne (Pl. VI, Fig. 13 u. 14) und je älter die Zelle ist, desto mehr Kerne besitzt sie. In einigen Zellen habe ich mehrere Kerne bei solchen Zellen gefunden, in welchen noch das Pyrenoid vorhanden war; in andern Fällen—in Zellen mit schon aufgelöstem Pyrenoide. Es liegt auf der Hand, dass diese Erscheinung in directer Beziehung zum Theilungsprocesse des ganzen Zellinhaltes steht. Doch geht hier die Kerntheilung der Theilung des Zellinhaltes voraus. So können wir *Chlorococcum infusionum* wenigstens in einigen Momenten seiner Entwicklung, als vielkernige Zelle betrachten.

Zoosporenbildung.

Bei der Zoosporenbildung zerfällt das Chromatophor sammt dem wandbelegenden Protoplasma in 2, 4, 8 und mehr Theile. Es sei hier zu bemerken, das Zoosporangien von sehr verschiedener Grösse auftreten und sehr verschiedene Quantitäten von Zoosporen hervorgebracht werden; mitunter kann man solche Zellen treffen, die nur in 2 Theile zerfallen sind und folglich nur 2 Zoosporen gebildet haben. Im Gegensatz zu den Beobachtungen *Famintzin's* [1]) geschieht der Process der Zoosporenbildung ausschliesslich durch succedane Theilung. Welche Rolle bei diesem Processe der Zellkern spielt, habe ich schon oben mitgetheilt; was das Pyrenoid anbetrifft, so löst es sich nicht lange vor der Theilung des gesammten Zellinhaltes auf; diesen Vorgang hat schon *Nageli* in Bezug auf *Protococcus viridis* bemerkt [2]).

Die ausgebildete Zoospore hat eine lang elliptische od. lineale Form (Fig. 3). Aber anstatt einer solchen, mehr od. weniger regelmässig gestalteten Zoospore, kann man in einigen seltenen Fällen eine solche beobachten, welche eine ganz unregelmässige Gestalt hat; diese Erscheinung beruht augenscheinlich auf unvoll-

[1]) *Famintzin*, l. c. p. 246.
[2]) *Nägeli*, Gatt. einz. Algen, p. 85.

kommener Theilung von gewissen Stücken des Zellinhaltes. Jede Zoospore ist mit einem Kern, einem Pyrenoide, einem Augenflecke, 2 Geisseln und, wie es scheint, einer (oder 2 ?) contractilen Vacuole versehen. Die letzteren sind sehr schwer wahrzunehmen. Die Zoospore ist etwa 4—8 μ. lang und 2—3,5 μ. breit. Das Chromatophor beider Zoosporen ist plattförmig; beim spätern Wachsthum krümmt es sich und wird hohlkugelförmig. Der Austritt von Zoosporen selbst aus der Mutterzelle geschieht auf folgende Weise: Nach Beendigung der Zoosporenbildung wird die Mutterzellmembran deutlich zweischichtig. Bald darauf quillt die äussere Schicht und reisst sich auf; die Zoosporen treten alle zusammen aus, indem sie in einer Blase eingeschlossen sind, die die innere Schicht der Mutterzellmembran darstellt (Pl. VI, Fig. 2). Die Blase löst sich gewöhnlich bald auf, und die Zoosporen werden frei. Es kommt aber vor, dass die Auflösung der Blase verzögert wird und die Zoosporen eine mehr oder weniger lange Zeit eine bewegliche Kugel darstellen. Bezüglich dieser Blase stellt Chlorococcum eine Analogie mit *Hydrodictyon*, *Pediastrum* und andern Algen dar, bei welchen ein Austritt der Mikrozoosporen in einer Blase gewöhnliche Erscheinung ist.

Ich erlaube mir jetzt, ein Paar Worte über den sogenannten Tonoplast zu sagen. Ich muss dabei vor allem hier erwähnen, dass neuerdings von *Klebs* [1]) mit voller Klarheit beobachtet wurde, dass bei *Hydrodictyen* „bei jeder Zoosporenbildung die ganze Vacuole sammt Tonoplast herausgeworfen wird". Die Zelle des *Chlorococcum* ist nicht so gross um hier diese Erscheinung mit solcher Klarheit zu beobachten. Nichtsdestoweniger erlaube ich mir, auch bei dieser Alge annehmen zu dürfen, dass die Zellsaftblase des Protoplasten keinen Antheil an der Zoosporenbildung nimmt. Bei der Behandlung von Zellen mit reifen Zoosporen mit Kalisalpeter gelang es mir, mit einiger Mühe das Vorhandensein der unveränderten Zellsaftblase auch zu beobachten.

---

[1]) *Klebs*, Einige Bemerkungen über die Arbeit von Went „Die Entstehung der Vacuolen in den Fortplanzungszellen der Algen. „Bot. Zeit." 1890. № 35.

Keimung.

Die Keimung von Zoosporen geschieht in der Regel sehr rasch. Nach einiger Zeit der Bewegung, kommen die Zoosporen zur Ruhe, verlieren ihre Geissel und bekleiden sich mit einer dünnen Haut. Bald darauf wird in dem Chromatophor das Pyrenoid klarer bemerkbar (Fig. 5,15).

Einfluss äusserer Bedingungen auf die Entwicklung des Chlorococcum infusionum.

Der oben beschriebene Entwicklungsgang des *Chlorococcum* wurde im Regenwasser beobachtet. In diesem Medium kann man eine kleine Menge von Generationen verfolgen. Nach einiger Zeit hört die Entwicklung auf und es geht *Chlorococcum* infolge des Mangels an anorganischen Nährsalzen entweder zu Grunde oder tritt in den Dauerzustand über. Die Sache liegt aber ganz anders, wenn wir diese Alge in Nährlösungen von verschiedenen Concentrationen cultiviren. Ich benützte die Salzlösungen, welche nach Knop gemacht wurden. Die Salzlösungen waren von 0,5%, 1%, 2%, 3% und 4%. Die Zellen, welche aus Wasser in 0,5% Lösung übertragen wurden, vegetirten darin ganz gut fort, indem sie sich durch Zoosporen vermehrten. Nach dem Uebertragen aus 0,5% Lösung in 1%, pflanzten sich die Zellen einige Zeit auch durch Zoosporen fort, aber später durch unbewegliche Gonidien oder der Vermehrungsprocess hörte auf und die Zellen gerieten in Ruhezustand, indem sie dickere Membranen entwickelten und sich mit Stärke füllten (Fig. 7, 16). In frische 1% Lösung übertragen pflanzten sich die Zellen wieder durch Zoosporen fort. In den Lösungen von 3% und von 4% vermehrten die Zellen sich ausschliesslich durch unbewegliche Gonidien. Wie schon *Famintzin* [1]) richtig bemerkte, ist es nöthig, um gute Resultate unter diesen Bedingungen zu bekommen, allmählig die Zellen an concen-

[1]) *Famintzin*, l. c. p. 237.

trirtere Lösungen zu gewöhnen. Wenn wir die Bildung von unbeweglichen Gonidien verfolgen, so können wir leicht sehen, dass sie sich recht bald nach ihrer Absonderung mit Zellhäuten umhüllen. Nach der Zerreissung der Mutterzellmembran werden die Gonidien frei. Gewöhnlich bleiben sie zusammen, Complexe von verschiedener Gestalt bildend (Fig. 8). Nach dem Uebertragen solcher Complexe in frisches Regenwasser oder 0,5%, 1% Nährlösung entwickeln die Zellen Zoosporen (Fig. 9). Ich kann auch darauf aufmerksam machen, dass die Entwicklung von Zoosporen in diesen Fällen ganz gleich geschieht, ob die übertragenen Zellen unter dem Einflusse des Lichtes oder in Dunkelheit sich befinden. Was die 2% Lösung anbetrifft, so kann man sagen, dass in diesem Medium die Vermehrung durch unbewegliche Gonidien vor sich geht. Es zeigen sich aber unter gewissen Bedingungen Abweichungen. Wenn wir, zum Beispiel, eine Menge von Zellen des *Chlorococcum* aus 1% Lösung, wo die Zoosporenbildung sehr rasch erfolgt, in 2% Lösung übertragen, so dauert die Vermehrung durch Zoosporen im Laufe mehrerer Tage fort, und erst später hört sie auf. Die Zellen, welche ich aus 4% Lösung auch in 2% Lösung übertrug, vermehrten sich dagegen ausschliesslich durch unbewegliche Gonidien.

Im Allgemeinen ist es schwierig in Bezug auf den Concentrationsgrad von Nährlösungen eine Grenze von Zoosporenbildung festzustellen, denn diese Erscheinung ist von vielen Bedingungen abhängig. Ich richtete aber jetzt keine besondere Aufmerksamkeit darauf, da meine Hauptaufgabe vorzugsweise in den Beobachtungen der äussern Gestalt und des allgemeinen Entwicklungsganges des *Chlorococcum* unter dem Einflusse verschiedener Bedingungen bestand. Ausser der Cultur dieser Alge in Nährlösungen machte ich auch Luftcultur von *Chlorococcum*. Zu diesem Zwecke säete ich Zoosporen auf Torf und Lehm aus. Die Zoosporen wuchsen zu Zellen von wechselnder Gestalt, oft in eine Platte angeordnet. Die Vermehrung geschah durch Zoosporen, wenn das Substrat genügende Quantität von Wasser enthielt. Bei allmähliger Austrocknung des Substrates verwandeln sich die Zellen in Ruhesporen, indem

sie sich mit Oel füllten und gelb-braun wurden. Dabei wurde die Zellmembran auch dicker (Fig. 11). Bei günstigen Bedingungen vermögen Dauersporen sehr rasch zu keimen, ohne eine Ruheperiode durch zu machen. Es sei hier noch folgender Versuch erwähnt. Ich säete eine Menge von Zoosporen auf ein Stück einer Baumrinde, welches ich vorher in 0,5 Nährlösung gekocht hatte. Dann stellte ich es in eine feuchte Kammer. Einige Zellen verdickten ihre Membranen, aber in andern Zellen vollzog sich die Vermehrung durch unbewegliche Gonidien, die durch Reissen der Mutterzellmembran frei wurden (Fig. 10).

Die Entwicklung von *Chlorococcum infusionum* bei den oben beschriebenen Bedingungen verfolgte ich von April bis December. Kein einziges Mal beobachtete ich eine Veränderung dieser Alge nach der Seite einer anderen Gattung. Die Vermehrung geschah immer durch Zoosporen oder durch unbewegliche Gonidien, die im wesentlichen nicht anderes als Zoosporen, welche sich sehr früh mit Zellmembranen umhüllen, vorstellen. Nie beobachtete ich die vegetative Vermehrung durch Wandtheilung der Zellen. Mit vollem Grunde, glaube ich, kann man *Chlorococcum infusionum* als selbstständige gute Art beobachten, dabei als solche, welche eine sehr characteristische primitive, kugelige Gestalt hat.

Es sei hier erwähnt, dass *Famintzin* selbst aus seinen Beobachtungen über das Zerfallen der Fadenalgen in *Chlorococcum*—ähnliche Zellen keine allgemeine Schlüsse gezogen hat in Bezug auf directe genetische Verwandtschaft zwischen diesen Organismen, wie man sich aus folgenden Worten überzeugen kann: „Es existirt also wirklich eine gewisse Beziehung zwischen den grünen kugeligen und fadenartigen Algenformen, wie es Kützing haben will, mit dem Unterschiede aber, dass die *Protococcus*-artigen Gebilde, welche den verschiedenen Fadenalgen entsprechen, keine Variationen eines und desselben Organismus sind, sondern ebenso von einander verschiedene Gebilde sind, wie die ihnen entsprechenden Fadenalgen“ [1]).

[1]) *Famintzin*, l. c. p. 269.

Indem ich *Chlorococcum infusionum* als selbstständige, gute Art betrachte, will ich damit nicht behaupten, dass alle *Chlorococcum*-Arten (resp. *Protococcus*, *Cystococcus* und andere synon. Gattungen), welche von Algologen beschrieben wurden, auch selbstständige und gute Arten seien. Die Merkmale von allen diesen Arten sind, wie es bekannt ist, der Form, der Grösse und der Farbe der Zelle und der Dicke der Membran entnommen. Aber aus Culturversuchen mit *Chlorococcum infusionum* haben wir gesehen, dass diese Merkmale nicht so beständig sind und ihre Bedeutung nur in Verbindung mit anderen erlangen. Sehr wahrscheinlich ist, dass bei weiteren Untersuchungen die vielen Arten von dieser Gattung nur auf wenige Typen zurückgeführt werden können, die echte Arten vorstellen werden. Ich erwähne jetzt z. B. die neuerdings erschienene Arbeit von *Goroschankin* über *Chlamydomonaden* [1]) In dieser Arbeit hat *Goroschankin* einen Versuch gemacht, verschiedene *Chlamydomonas*-Arten durch solche Merkmale zu unterscheiden, welche er der Structur der Zelle entnommen hat. Vielleicht bei näheren vergleichenden Untersuchungen verschiedener Vertreter der Gattung *Chlorococcum*, werden sich ähnliche Merkmale und auch solche, die der Entwicklungsgeschichte entnommen sind, finden; in diesem Falle werden wir sicherere und characteristischere Anhaltspunkte zur Systematik dieser Gattung haben.

II.

Gloeocystis Naegeliana (mihi).

Wie es bekannt ist, wurde die Gattung *Gloeocystis* von *Naegeli* [2]) aufgestellt. Nach Naegeli characterisiren sich die Zellen dieser Alge hauptsächlich dadurch, dass sie ineinander geschachtelte Hüllmembranen besitzen. Die Vermehrung geschieht durch Theilung der Zellen abwechselnd nach allen Richtungen des Raumes. Was die

---

[1]) *Goroschankin*, Beiträge zur Kenntniss der Morph. und Syst. der Chlamydomonaden („Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou“ № I, 1891).

[2]) *Naegeli*, Gatt. einz. Algen. Zürich. 1849, p. 65.

Bildung der Zoosporen angeht, so ist die letztere schwerlich vorhanden. „Das Schwärmen wurde noch nicht beobachtet, und scheint wenigstens an G. vesiculosa zu mangeln“ [1]). Im Jahre 1874 erschien eine Arbeit über die Gattung *Gloeocystis* von *Lohde* [2]). Der genannte Verfasser untersuchte die Structur der Zelle und den Entwicklungsgang bei *Gloeocystis*. Dabei wurden von ihm die Zoosporen bei dieser Alge beobachtet. *Lohde* hat keine Umänderungen der *Gloeocystis* in andere Algen beobachtet und ist geneigt diese Form als selbstständige Gattung zu betrachten. Im Jahre 1880 erschien die Arbeit über die *Gloeocystis* von Richter [3]). Bei der Untersuchung der von ihm gefundenen Form hat *Richter* gefunden, dass diese Form alle characteristischen Merkmale der Gattung *Gloeocystis* enthält, aber sie vermehrt sich nicht durch Zoosporen, sondern ausschliesslich durch vegetative Theilung der Zelle. Auf Grund seiner Untersuchungen hält er *Gloeocystis* für eine selbstständige Gattung. Da aber unter dem Namen *Gloeocystis* eine Reihe von Formen beschrieben wurden, welche sich in ihrer Entwicklung scharf von einander unterscheiden, so hat dieser Verfasser als echte *Gloeocystis* nur solche Formen bezeichnet, welche sich ausschliesslich durch veget. Theilung fortpflanzen. Neuerdings wurde die Arbeit von *Gay* [4]) veröffentlicht, die mir am Schlusse meiner Untersuchungen zugekommen ist. *Gay* hat ganz vollständig die Entwicklungsgeschichte der von ihm entdeckten *Gloeocystis areolata* untersucht. Er hat die Selbstständigkeit dieser Form nachgewiesen und ihre Vermehrung durch vegetative Theilung bestätigt [5]).

---

[1]) *Naegeli*, l. c. p. 66.

[2]) *Lohde*, Zur Kenntniss der Gattung *Gloeocystis* [Mittheilungen aus dem Gesammtgebiete der Botanik, herausgeg. v. Schenk und Luerssen. 1874].

[3]) *Richter*, Zum Formenkreis von *Glococystis* [Hedwigia XIX 1880]. Sieh auch „Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig Siebenter Jahrgang. 1880, p. 34—42.

[4]) *Gay*, Recherches sur le Développement et la Classification de quelques Algues vertes. Paris. 1891.

[5]) Ich erwähne hier nicht ausführlich die Beobachtungen von *Dangeard* [Rech. sur les Algues inférieures in «Annales des sciences naturelles», Botanique T. VII. 1888] über *Gl. vesiculosa* Naeg. und *Gl. ampla* Kg. Ich betrachte *Glococystis*

Ich gehe jetzt zu meinen eigenen Untersuchungen über.

Die Zellen dieser Alge erscheinen in gewöhnlichen, normalen Bedingungen, unter welchen ich sie gefunden habe, länglich-oval (Pl. VI, Fig. 17). Der Längendurchmesser der Zelle schwankt zwischen 7—15 μ, derjenige der Breite zwischen 4—8 μ. Bei der Bearbeitung eines Complexes von Zellen mit Hülfe von *Methylenblau* wird das geschachtelte System der Hüllmembranen besonders klar. Ausser der Membranhülle besitzt jede Zelle eine besondere Membran und zwar die *Zellhaut*. Durch Plasmolyse gelang es mir eine ganz dünne Membranschicht zu beobachten, welche nach der Construction des Zellinhaltes bemerkbar wird. Diese letzte Membran färbt sich ziemlich gut durch *Kongoroth*. — In dieser Beziehung stimmen meine Beobachtungen mit denjenigen meiner Vorgänger überein. Schon *Naegeli* [1]) hat auf die Zellhaut aufmerksam gemacht. In seiner Arbeit: „Ueber die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten“ [2]) hat *Klebs* auch bei *Gloeocystis* ausser der Gallerthülle die Membran nachgewiesen, indem er im Gegensatz zu den damals herrschenden Aussichten gezeigt hat, dass die Gallerthülle ganz unabhängig von der Zellmembran ist und kein Degenerationsproduct der letzteren darstellt.

Das Chromatophor tritt in der Form eines gebogenen Plättchens auf. Im Chromatophor ist ein Pyrenoid eingelagert. Der Zellkern ist relativ klein. Die Vermehrung geschieht durch succedane vegetative Theilung.

Einfluss äusserer Bedingungen auf den Formenkreis der Gloeocystis.

Wasser. — Eine Portion des frischen Materials wurde in gewöhnliches Regenwasser übertragen. Indem ich die Veränderungen der *Gloeocystis* in diesem Medium beobachtete, habe ich bemerkt, dass das geschachtelte System der Hüllmembranen sich jetzt

als Form, welche keine Zoosp. bildet, d. h. im Sinne von *Richter*. Die Alge, welche D. beobachtet hat wird folglich eine andere Form sein (Vielleicht hatte der Verf. in diesem Falle mit den *Chlamydomonaden* oder *Tetrasporen* zu thun].

[1]) *Naegeli*, l. c. p.

[2]) In „Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen“. Band 2. 1886.

nicht so klar ausprägt (Pl. VI, Fig. 18, 22) und später verschwindet (Pl. VI, Fig. 19, 21, 23), so dass die Hüllmembranen in eine allgemeine Gallertmasse zusammenfliessen und *Gloeocystis* in diesem Zustande sofort an *Palmella* erinnert. Wenn wir auf die Vermehrung der Zellen unter diesen Bedingungen aufmerksam machen, so bemerken wir manchmal die Befreiung der Tochterzellen infolge des Zerreissens der Mutterzellmembran (Fig. 20). Bei dem Uebertragen eines Stückes des in Wasser cultivirten Materials auf Lehm oder Torf gelang es mir wiederum, das geschachtelte System der Hüllmembran hervorzurufen.

Die Vegetation der *Gloeocystis* in reinem Wasser geht schlecht vor sich, dabei wird die Gallertmasse weicher, die Zellen verlieren ihre grüne Farbe und endlich gehen sie zu Grunde. Die Bildung von Zoosporen habe ich nie beobachtet.

Lehm und Torfcultur.

Auf Lehm und Torf wächst *Gloeocystis* sehr üppig. Die Form der Zellen variirt von länglich-oval bis zu breit-oval und rund. Das Schachtelsystem verhält sich verschieden und die Gallertmasse wird bald hart, bald weich, was von dem Feuchtigkeitsgrade der Substanz abhängig ist.

Die Abbildungen 24 und 25 zeigen eine Gruppe von Zellen, welche auf Lehm cultivirt wurde, die Figuren 26 und 27 eine solche auf Torf.

Beim allmähligen Austrocknen contrahirt sich der Zellinhalt und es verschwindet die Gallertmasse. Die Zellen nehmen wiederum ihr normales Aussehen an, wenn wir das Substrat mit Wasser begiessen.

Nährlösungen.

Wie die andern Algen habe ich *Gloeocystis* auch in Nährlösungen von *Knop* von 0,5%, 1%, 2%, und 4% cultivirt. Das Wachsthum der *Gloeocystis* geht unter diesen Bedingungen gut vor sich. Was die Veränderungen der Zellen in diesen Medien anbetrifft so kann man vor allem folgende merkwürdige Erscheinungen bemerken. Nach einiger Zeit der Cultur verlieren die Zellen ihre

typisch geschachtelten Membranen, indem sie dicht neben einander liegen, Häufchen von verschiedener Form und Grösse bildend. Fig. 28 und 29 zeigen einen solchen Complex von Zellen, welche während eines Monates in 0,5% Nährlösung cultivirt wurden; Fig. 30 in 1%, Fig. 31 in 2%. Allgemein gesagt je concentrierter die Nährlösung ist, desto grösser und dicker sind die Complexe. Diese Complexe sind von gleichartig gebauter Schleimmasse umgeben, welche meistens zusammengeflossen ist. Wenn wir aber eine Portion dieses Materiales in der Weise cultiviren, dass der untere Theil der genommenen Masse am Boden des Glases in Nährlösung liegt und der obere Theil in die Luft hervorragt, so befinden sich die verschiedenen Gruppen von Zellen unter verschiedenen Bedingungen. In diesem Falle kann man alle mögliche Uebergänge von ganz complicirten und eigenartigen Schachtelsystemen bis *Palmella*-ähnlichen zusammenfliessenden Schleimmassen beobachten. Die Fig. 32, 33, 34 und 35 zeigen typisch geschachtelte Systeme von Hüllmembranen, welche unter normalen Verhältnissen bei *Gloeocystis* beobachtet werden. Die Fig. 36, 37 stellen Häufchen von Zellen vor, welche dicht nebeneinander liegen und ausserdem von mehrschichtigen Hüllmembranen umgeben sind. Die Fig. 38, 39 zeigen sehr complicirte Systeme von geschachtelten Hüllmembranen, welche an den Bau der Hüllmembranen bei *Gloeocystis ampla* erinnert, wie es von *Klebs* [1]) beschrieben wurde.

Die Cultur in verschiedenen Concentrationen von Zucker hat mir nichts besonders gezeigt. Nach mehr oder weniger langer Zeit des Aufenthaltes verliert die Structur der Hüllmembranen ihr ursprüngliches Aussehen, die Zellen erfüllen sich mit Reservestoffen und bleiben in ihrer Entwicklung stehen.

Das sind die Resultate meiner Untersuchung über *Gloeocystis*. Was können wir daraus schliessen? Es zeigt sich vor allem, dass *Gloeocystis* eine ganz bestimmte Form ist, welche unter allen Bedingungen, unter welchen ich sie untersucht habe, eine und die-

[1]) *Klebs*, l. c. pp. 395—396.

selbe Vermehrungsart und zwar durch Theilung der Zelle behält und eine beständige Gestalt, welche zwischen sehr engen Grenzen variirt, besitzt. Doch kann man fragen wie diese Variationen mit unserem Artbegriffe übereinstimmen können? Um auf diese Frage eine mehr oder weniger genauere Antwort zu geben, halte ich es für nöthig, ein paar Worte über den Artbegriff überhaupt zu sagen. Es wurden mehrere Definitionen des Artbegriffs vorgeschlagen. Meiner Meinung nach ist die passende Definition, welche auf niedere Organismen angenommen werden kann, von *De-Bary* [1]) gegeben worden. Diese Bestimmung ist: „Die Gesammtheit der Einzelwesen und Generationen, welche während der zu Gebote stehenden Beobachtungszeit den gleichen, periodisch wiederholten Entwicklungsgang innerhalb empirisch bestimmter Variationsgrenzen zeigen, nennt man Species“ [2]). Die Hauptaufgabe in diesem Falle liegt darin, dass wir in jedem einzelnen Falle, betreffend jede einzelne Form, die Grenzen der möglichen Variationen im Laufe ihres Entwicklungsganges bestimmen. Wenn wir uns jetzt zu unserer *Gloeocystis* wenden und alle Thatsachen, welche wir erfahren haben, berücksichtigen, so können wir leicht unsern Zweck erreichen und diese Form als Species feststellen. Wir haben gesehen, dass unter verschiedenen Bedingungen sich die Form der Zelle von länglich-oval bis rund verändert; der Bau der Gallerte bietet auch gewisse Variationen dar: von dem zusammengesetzten Schachtelsystem bis zur ganz einfachen, structurlosen Schleimmasse. Dagegen bleibt die Structur des Protoplasten und die Vermehrungsart unverändert. Die Grösse der Zelle schwankt wenig. Jetzt können wir unsere Alge so characterisiren: „Die Zellen sind rund, oval od. länglich, entweder zu 2—8 in kleine Familien vereinigt, wobei sie mit einem System schleimiger, farbloser, deutlich geschichteter und eingeschachtelter Membranen umgeben, oder in einen structurlosen, zusammenfliessenden Schleim eingelagert sind. Die Zelle hat eine besondere Zellmembran, ein grünes Chromatophor von der Form eines gebogenen Plättchens mit einem Pyrenoide und einem Zellkern.

[1]) *De-Bary*, Vorlesungen über Bacterien. 1885, p. 19.

Die Vermehrung geschieht immer durch Theilung der Zelle abwechselnd nach verschiedenen Richtungen des Raumes. In ihrer Gesammtheit bilden die Zellen schleimige Polster von sehr verschiedener Grösse und Consistenz".

Diese Art steht am nächsten zu *Gloeocystis vesiculosa* Näg. Aber die letztere Form wurde sehr oft mit *Chlamydomonaden* und andern Algen verwechselt und ihre Beschreibungen, welche nach *Naegeli* gegeben wurden, stimmen nicht immer mit einander überein. Infolge dessen will ich die von mir untersuchte Form *Gloeocystis Naegeliana* nennen. Ohne Zweifel werden die späteren vergleichenden Untersuchungen der Algen, welche zu der Gattung *Gloeocystis* gehören, uns die anderen Merkmale zeigen, welche die Möglichkeit geben werden, um diese Art von den andern zu unterscheiden.

Pleurococcus Menegh.

Pleurococcus, im Gegensalz zu der Gattung *Chlorococcum*, wird dadurch characterisirt, dass sie nicht im Stande ist Zoosporen zu bilden, sondern sie vermehrt sich ausschliesslich durch succedane vegetative Theilung ihrer Zellen in zwei, vier, acht, allgemein gesagt, in Multiplen von zwei Theilen. Die Vermehrung der Zellen geschieht nicht nur durch Wandtheilung (*P. vulgaris*), sondern auch durch freie Zellbildung, d. h. bei der Bildung der Tochterzellen stehen die Membranen der letzteren nicht in Verbindung mit der Mutterzellmembran (*P. miniatus*).—Die Tochterzellen trennen sich von einander oder, was für die meisten Arten der gewöhnliche Fall ist, sie bleiben zusammen. Dann bilden sie mehr od. weniger lockere, in verschiedener Weise angeordnete Zellfamilien, welche keine zusammenfliessenden Membranen oder irgend welche Gallertmassen erzeugen.

Die Thatsache dass es solche Pleurococcusarten giebt, welche keine Zoosporen bilden, wurde zuerst von *Klebs* [1]) experimentell nachgewiesen. Er cultivirte zwei *Pleurococcus*—Arten (*P. vulga-*

[1]) *Klebs*, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen etc. Unters. aus dem Bot. Institut zu Tübingen 1881—85 p. 333.

ris und *P. miniatus*) und hat constatirt, dass diese Formen unter keinen Bedingungen Zoosporen bilden und sich ausschliesslich durch vegetative Theilung vermehren. Es sind aber einige Formen bekannt, welche in vielen algologischen Werken auch als Pleurococcus betrachtet werden, aber im Gegensatz zu dem *Pleurococcus vulgaris* und dgl. eine doppelte Vermehrungsart besitzen: sie pflanzen sich nicht nur durch Zoosporen fort. In seinem System der niederen Algen hat *Klebs* [1]) zu der Gattung *Pleurococcus* nur solche Formen gezählt, die sich nur durch vegetative Theilung vermehren. Für die Formen, die eine doppelte Vermehrungsart besitzen, hat er die neue Gattung *Chlorosphaera* vorgeschlagen; dabei hat er hauptsächlich eine Reihe von ihm entdeckter Formen im Auge, von welchen später die Rede sein wird.

Die Aufstellung der Gattung *Chlorosphaera* ist von grosser Bedeutung: sie giebt uns die Möglichkeit die Formen: *Pleurococcus*, *Chlorosphaera* resp. *Chlorococcum* scharf auseinander zu halten [2]). Ich habe sechs Arten von Algen untersucht, welche, meiner Meinung nach, typische Repraesentanten dieser Gattung darstellen.

III.

Pleurococcus vulgaris Menegh.

Diese Art gehört zu den allgemein verbreitetsten und leicht erkennbaren Algen. Sie tritt in Form von runden oder polygonalen Zellen auf, von 3—7 μ. Durchmesser, welche in der Regel in sehr verschiedener Zahl mit einander in Verbindung stehen, wobei sie mehr oder weniger grosse Zellcomplexe bilden.

---

[1]) *Klebs*, l. c. pp. 338—346.

[2]) Leider kommt noch bis jetzt die Verwechslung dieser Formen in algologischer Literatur vor. Ich verweise z. B. auf die Werke von *Hansgirg* (Prodromus der Algenflora v. Böhmen) und *De-Toni* (Sylloge Algarum) wo *Chlorosphaera*—Arten zu den *Pleurococcus* gezählt worden sind. Es sei hier zu bemerken, dass *Wille* in seiner Bearbeitung der Algen (l. c.) diese Verwechslung vermieden hat, indem er diese drei Gattungen im Sinne *Klebs*'abgetrennt hat.

Die Zellmembran ist ziemlich dünn, was für diese Art characteristisch ist. Das Chromatophor ist in der Form eines gebogenen Plättchens [1]) vorhanden und besitzt dabei kein Pyrenoid. Wie es *Klebs* [2]) nachgewiesen hat, enthalten die Zellen Oel. Jede Zelle besitzt einen Zellkern. Die Zelltheilung geschieht nach allen Richtungen des Raumes.

Diese Alge ist fähig, in den Dauerzustand überzugehen [3]).

Bei verschiedenartigen Culturversuchen bieten die Zellen keine Veränderungen in der Form oder der Vermehrungsart dar. Die Unveränderlichkeit dieser Art wurde auch durch Beobachtungen von *Gay* [4]) bestätigt. Mit voller Sicherheit kann man sagen, dass die Selbstständigkeit des *Pleurococcus vulgaris* streng nachgewiesen ist. Die Beobachtungen von *Famintzin*, [5]) dass *Pleurococcus vulgaris* in fadenförmige Bildungen sich verwandeln könne haben keine besondere Bedeutung; denn sie zeigen nur zufällige Anordnungen der Zellen, welche ihre für diese Art characteristischen Merkmale nicht verlieren und irgend welche neue Merkmale nicht bekommen. Man kann sehr oft beobachten, dass diese Fäden von *Pleurococcus* sich in flächenförmige Gebilde verwandeln, indem die Zellen nicht nur nach einer Richtung sondern nach verschiedenen Richtungen sich zu theilen beginnen, d. i. nach ihrer normalen Art und Weise [6]). Die Behauptungen anderer Gelehrten [7]) über Verwandlung dieser Art in andere Algen beruhen auf oberflächlichen Beobachtungen.

---

[1]) Das Chromatophor bei *Pleurococcus* wurde erstens von *Schmitz* beschrieben (Die Chromatophoren der Algen, p. 17).

[2]) *Klebs*, l. c. p. 333.

[3]) *Klebs*, l. c. p. 333; *Schröder*, Ueber Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Tübingen 1886 p. 26; Gay l. c. p. 91.

[4]) *Gay*, l. c. p. 91.

[5]) *Famintzin*, l. c. p. 273.

[6]) Sieh auch *Gay*, l. c. p. 91.

[7]) Sieh auch *Hansgirg*, über den Polymorphismus der Algen.

IV.

Pleurococcus simplex nov. sp.

Zellen sind rund od. polygonal, mit dicker Membran versehen; einzeln oder zu 2, 4, 8 in flächenförmige Familien vereinigt. Ein satt-grünes Chromatophor in Form eines gebogenen Plättchens, welches ein deutliches Pyrenoid enthält. Ein Zellkern, Theilung abwechselnd nach allen Richtungen des Raumes.

Diese Form habe ich diesen Sommer in der Umgebung von Basel gefunden. Sie steht am nächsten zu *Pleurococcus vulgaris*, aber unterscheidet sich von letzterer Art dadurch, dass sie eine dickere Membran hat, ein dunkelgrünes und mitunter olivengrünes, plattenförmiges Chromatophor besitzt *mit einem deutlich ausgeprägten Pyrenoide.* (Pl. VI, Fig. 40, 41, 42, 43).

Pl. simplex tritt in ganz kleinen Complexen auf, welche aus 8, 4, 2 Zellen bestehen, oder es kommen nicht selten auch einzelne Zellen vor. Die Culturversuche in Nährlösungen von verschiedenen Concentrationen, so wie auch Luftculturen, bestätigen die Unveränderlichkeit der specifischen Merkmale dieser Alge.

V.

Pleurococcus miniatus Näg.

Pleurococcus miniatus hat runde Zellen, welche bald einzeln, bald in 2 oder 4 miteinander verbunden sind (Pl. VII, Fig. 1, 2, 3). Die Zellmembran ist ziemlich dick und färbt sich durch Cl-Zn-I violett. Das grüngefärbte, mit einem Pyrenoide versehene Chromatophor erscheint in Form einer Kugel; die letztere ist an einer Seite mit einem Ausschnitte versehen; durch diese Lücke kann man einen Zellkern beobachten (Fig. 2). Sehr oft treten die Individuen dieser Art orang-gelb gefärbt auf, indem sie sich mit

Oel erfüllen' (Fig. 4, 5, 6). Wenn wir solche rothe Zellen auf Torf in feuchter Luft cultivieren, so können wir wieder die grüne Farbe dieser Alge erzeugen [1]). Umgekehrt können die grünen Zellen bei allmähligem Austrocknen roth werden und sogar in typische, mit verdickter Zellmembran versehene Dauerzellen sich verwandeln (Fig. 7).

Die Vermehrung geschieht durch succedane Theilung des Protoplasten in 2 od. 4 Theile welche mit eigenen Membranen bekleidet durch Zerreissen der Mutterzellmenbran frei werden (Fig. 8, 9, 10, 11). Wie ich oben gesagt habe, trennen sich die Tochterzellen von einander oder bleiben zusammen, 2 od. 4 zellige Complexe bildend.

VI.

Pleurococcus conglomeratus nov. sp.

Zellen rund, selten einzeln, meist zu 4—16 in Familien von bestimmter Gestalt vereinigt. Membran *dick*. Ein hohlkugelförmiges Chromatophor mit 1 Pyrenoid. Ein Zellkern. Die Vermehrung geschieht durch vegetative Theilung. *Die Mutterzellmembran bleibt einige Zeit nach der Bildung der Tochterzellen erhalten.*

Diese Form wird durch ihre runden Zellen characterisirt, welche zu 4—8—16 in kreuz-od. kugelförmigen Familien von sehr regelmässigem Aussehen vereinigt sind (Pl. VII. Fig. 12, 13, 14). Jede Zelle besitzt ein hohlkugelförmiges mit einem Pyrenoid versehenes Chromatophor und einen Zellkern. Unter verschiedenen äusseren Bedingungen, bei welchen ich diese Form cultivirt habe, geschah die Vermehrung ausschliesslich durch succedane Theilung des Inhaltes in 4—16 Theile, welche ohne Geisseln zu bekommen, sich noch in der Mutterzelle mit einer Zellmembran bekleiden. Die Tochterzellen werden durch Zerreissen der Mutterzellmembran frei, indem sie mit einander verbunden bleiben. Es ist interessant und für diese Art characteristisch, dass das Zerreissen der Mutter-

[1]) *Klebs*, l. c. p. 333.

zellmembran gewöhnlich sich verzögert (Fig. 15). Mitunter wird eine zusammengesetzte Colonie beobachtet (Fig. 17). Als ich einige Colonien, die noch mit der Mutterzellmembran bekleidet waren, mit *Methylen-Blau* behandelte, habe ich bemerkt, dass die Mutterzellmembran immer 2 abgesonderte und ziemlich dicke Schichten zeigte (Fig. 18 und 19).

Bei dem allmähligen Austrocknen der Individuen gehen die letzteren in Dauersporen über, indem die Zelle ihre Membran verdickt und sich mit Oel erfüllt (Fig. 20).

VII.

Pleurococcus regularis nov. sp.

Zellen rund, selten einzeln, meist zu 4—16 in Familien von bestimmter Gestalt vereinigt. Membran *dünn*. Ein hohlkugelförmiges Chromatophor mit 1 Pyrenoid. Ein Zellkern. Die Vermehrung geschieht durch vegetative Theilung. *Die Mutterzellmembran wird recht bald nach der Bildung der Tochterzellen abgestreift.*

Pl. regularis ist sehr ähnlich der vorherbeschriebenen Art. Gewöhnlich trifft man diese Alge in kleinen Colonien von 4—8—16 lebhaft grün gefärbten Zellen (Pl. VII, Fig. 22, 23, 24, 25).

Jede Zelle besitzt eine dünne Membran, ein kugelförmiges, mit einem Pyrenoid versehenes und an einer Seite einen Ausschnitt tragendes Chromatophor und einen Zellkern (Fig. 21). Der Process der Vermehrung geht durch succedane Theilung des Protoplasten in 4 resp. 8 und 16 Theile vor sich (Fig. 26, 27, 28 u. 29). Die Tochterzellen bedecken sich mit dünnen Zellmembranen und werden durch Zerreissen der Mutterzellmembran frei.

Es sei bemerkt, dass in einigen Punkten diese zwei *Pleurococcus*—Arten eine Verwandtschaft mit einigen Gattungen aus der Familie der *Hydrodictyaceae* zeigen, und zwar mit *Coelastrum* und *Sorastrum*. Die letzteren Formen sind nicht so genügend bekannt, um etwas sicheres über ihre genetischen Verhältnisse zu

den beschriebenen *Pleurococcus*-Arten zu sagen. Ich wäre geneigt zu glauben, dass *Coelastrum* und *Sorastrum* selbst so grosse Unterschiede von den typischen *Hydrodictyaceae* (*Hydrodictyon*, *Pediastrum*) zeigen, dass sie zu dieser Familie kaum gehören können. Genauere Untersuchungen über diese Formen sind sehr zu wünschen.

VIII.

Pleurococcus Beyerinckii (mihi).

Diese Form wurde ausführlich von *Beyerinck* unter dem Namen *Chlorella vulgaris* beschrieben [1]). Sie wird durch mehr oder weniger runde Zellen characterisirt, welche mit ganz dünner Zellmembran, einem schalenförmigen oder hemisphärischen Chromatophor und einem Zellkern versehen sind. Im Chromatophor kann man nach Beyerinck eine Pyrenoid unterscheiden, welches aber nicht immer deutlich wahrgenommen wird. Unter allen möglichen Culturbedingungen geschieht die Vermehrung immer durch endogene Bildung unbeweglicher Gonidien. Dabei theilt sich der gesammte Protoplast allmählich in 2, 4, 8 Theile, welche sich mit einer Zellmembran bekleiden, wenn sie sich noch in der Mutterzelle befinden. Durch das Zerreissen der Mutterzellmembran werden sie frei. In Uebereinstimmung mit den Beobachtungen *Beyerinck's* stehen auch meine, dass diese Alge besonders gut in den Medien wächst, welche an organischen Verbindungen reich sind. Meine Beobachtungen bestätigen auch die Ansicht von *Beyerinck*, dass diese Alge eine ganz characteristische Art vorstelle. Ich bin ferner mit *Beyerinck* ganz einverstanden, dass die genannte Form zu der *Pleurococcaceae* gehört; aber ich finde keinen Grund diese Form als eine besondere Gattung zu betrachten, sei denn alle wesentlichen Merkmale, welche diese Alge als Gattung characterisiren, passen ganz gut zu *Pleurococcus*. Das Merkmal, welches *Wille* angiebt,

---

[1]) *Beyerinck*, Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengoniden und anderen niederen Algen. „Botan. Zeitg." 1890 № 45.

dass bei Pleurococcus „die Zellen sich nicht nach jeder Theilung von einander trennen“ [1]) und auf welches vielleicht *Beyerinck* bei der Bestimmung seiner *Chlorella* Rücksicht genommen hat, ist nicht von allgemeiner Bedeutung, denn bei gewissen Arten von *Pleurococcus* (z. B. *Pl. miniatus*) treten die Zellen sehr oft einzeln auf.

Es versteht sich von selbst, dass *Chlorella* [*Zoochlorella*] *conductrix* Brandt auf den oben gegebenen Grund in *Pleurococcus conductrix* umgetauft werden müsste, wenn man diese Form als besondere Art betrachten will, obgleich *Beyerinck* experimentel die Identität dieser Form mit *Chlorella vulgaris* Beyer. [Pleurococcus Beyerinckii mihi] nachgewiesen hat [2]).

Was die andere von *Beyerinck* beschriebene Art der *Chlorella* und namentlich *Chlorella infusionum* anbetrifft, so ist die Ansicht des Verfassers über die Identität dieser Form mit *Chlorococcum infusionum* Rabh unrichtig, denn *Chlorococcum infusionum* ist eine andere Form, welche zu der Familie der *Protococcaceen* gehört. Leider giebt *Beyerinck* keine Abbildung und keine genauere Beschreibung dieser letzteren Form, so dass man nicht sagen kann, mit welcher Form wir es in diesem Falle zu thun haben. Bei meinen Untersuchungen habe ich ausser dem *Pleurococcus Beyerinckii* noch eine andere Form beobachtet, die von der gewöhnlichen bloss durch ihre lange cylindrische Gestalt ausgezeichnet ist. Sehr wahrscheinlich ist, dass die letztere Form und auch *Chlorella infusionum* Beyerinck identisch sind und nur eine Varietät des *Pleurococcus Beyerinckii* darstellen.

---

[1]) *Wille*, l. c. p. 56.
[2]) *Beyerinck*, l. c.

IX.

Dactylococcus infusionum Naeg.

Die Zellen dieser Alge treten bald einzeln (Fig. 30, 36, Pl. VII, bald mit einander in Verbindung auf (Fig. 37, 38, 39, 40); im letzteren Falle bilden sie sehr oft kettenförmige Reihen oder in anderer Weise angeordnete Gruppen, wobei sie gewöhnlich mit ihren Enden zusammenhängen. Die Form der Zelle ist oval oder spindelförmig, mitunter an den Enden ausgezogen. Die Zellmembran bleibt immer dünn. Das Chromatophor erscheint in der Form einer gebogenen Platte od. Schale, welche sehr oft an den Rändern ausgeschnitten ist (Fig. 36). Im Chromatophor ist ein Pyrenoid eingelagert. Die Vermehrung geht durch succedane Theilung des Zellinhaltes durch mehr od. weniger schiefe Wände in 2, 4 od. 8 Theile vor sich. Die letzteren sondern sich ab, bekleiden sich mit der Membran und nach dem Zerreissen der Mutterzellmembran werden sie frei (Fig. 30, 31, 32, 33, 34 und 35). Zellen 9—15 μ. lang.

Ich cultivirte diese Alge in verschiedenen Nährlösungen auch in gewöhnlichem Regenwasser. Ueberhaupt kann man sagen, dass *Dactylococcus* sich am üppigsten in solchen Medien entwickelt, welche an organischen Substanzen reich sind. Meinen Beobachtungen nach geschieht die Vermehrung unter allen Existenzbedingungen immer durch unbewegliche Gonidien, in der Weise, wie wir es bei *Scenedesmus* beobachten. Da mit Cilien versehene Schwärmsporen dieser Alge bis jetzt noch von Niemand beobachtet worden sind, so glaube ich, würde es besser sein, wenn *Dactylococcus* aus der Familie *Tetrasporaceae* in die Familie *Pleurococcaceae* übertragen und in die nächste Nähe der Gattungen *Scenedesmus* und *Rhaphidium* gestellt würde. Um so consequenter würde es sein, so zu handeln, weil die letzteren Gattungen nach der Structur der Zelle und nach der Bildung der Tochterzellen ganz ähnlich dem *Dactylococcus* sich verhalten.

X.

Porphyridium cruentum Naeg.

Das *Porphyridium cruentum* hat zusammengedrückte, rundliche oder polygonale Zellen, welche gewöhnlich neben einander in dem ein-oder zweischichtigen schleimigen Lager von dunkelrother Farbe liegen. Mit Hilfe von *Methylen-Blau* kann man sich überzeugen, dass der Schleim, in welchem die Zellen eingelagert sind, eine besondere Structur hat. Diese Structur besteht darin, dass jede einzelne Zelle von einer Schleimhülle bekleidet ist, welche in einem mehr oder weniger langen Stiel sich verlängert [2]). Ausser der Schleimhülle haben die Zellen auch Zellmembranen, die wie es schon *Naegeli* bemerkt hat, sehr dünn sind. In dem Protoplasma ist ein Zellkern eingelagert. Das Chromatophor ist sternförmig, mit einem runden Pyrenoid [3]). Der Vermehrungsprocess geschieht immer durch Theilung der Zellen nach verschiedenen Richtungen in der Ebene. Im Regenwasser und auch in verschiedenen Nährlösungen geht *Porphyridium* sehr bald zu Grunde. Die Cultur dieser Alge gelingt am besten auf Torf oder auf Lehm. Irgend welche wesentliche Veränderungen dieser Form habe ich nie beobachtet. *Porphyridium cruentum* ist eine sehr typische Art, welche meiner Meinung nach zu den *Pleurococcaceen* gestellt werden muss [4]) und zwar sehr nahe zu der Gattung *Pleurococcus*, mit welcher es in vielen Puncten verwandt ist.

---

[1]) Sieh auch *Dangeard*, Recherches sur les algues inférieures „Ann des sciences naturelles“ VII. série. T. VII. 1888, p. 162.

[2]) Das Chromatophor bei *Porph. cruentum* wurde von *Schmitz* (l. c.) beschrieben.

[3]) *G. Lagerheim*, Zur Entw. des Hydrurus. „Ber. der deutsch Bot. Gesellsch.“ 1887. B. VI, Heft. 2. p. 75.

[4]) Im Gegensatz zu den Ansichten einiger Algologen, nach welchen diese Alge zu den *Phycochromaceen* gehört (sieh z. B. *Wille*, l. c. p. 27).

XI.

Raphidium Braunii Naeg.

R. Braunii wird durch spindelförmige Gestalt seiner Zellen characterisirt (Pl. VII, Fig. 41, 42, 43, 55), welche gewöhnlich ganz gerade sind, selten erscheinen sie schwach gekrümmt. Die Individuen sind meistens einzeln, manchmal zu 2 od 4 in einer Reihe verbunden (Fig. 44, 45). Die Zellmembran ist dünn; *Chlor-Zink-Iod* giebt Cellulosereaction. Das Chromatophor erscheint in der Form eines schmalen Bandes. Ein Pyrenoid ist nicht vorhanden.

Die Vermehrung geschieht durch succedane Theilung des Zellinhaltes in der Ebene, welche zu der Längsaxe des Körpers senkrecht ist (Fig. 43, 44, 45, 46, 47). Die schiefen Wände, welche vielfach beobachtet werden, entstehen durch die Verschiebungen infolge des Wachstums der jungen Zellen.

Wie es schon von *Klebs* [1]) nachgewiesen wurde, ist diese Alge im Stande, bei allmähligem Austrocknen in Ruhesporen überzugehen. Die grünen Zellen wurden Ende März dem Austrocknen unterworfen. Der Zellinhalt veränderte allmählig seine grüne Farbe in eine rothe und erfüllte sich mit Oel. Im Juni halten die zu untersuchenden Zellen das Aussehen, welches in den Fig. 48, 49, 50 und 51 dargestellt ist. Diese Ruhesporen wurden in Wasser übertragen. Nach einigen Tagen fingen sie allmählig an grün zu werden; nachher theilten sie sich. Die jenigen Zellen wuchsen zu Individuen heran, welche für diese Art typisch sind (Fig. 52, 53, 54 und 55) [2]).

---

[1]) *Klebs*, l. c. p. 333.

[2]) Bei der Bearbeitung dieser Alge benütze ich Notizen u. Zeichnungen von Prof. *Klebs*, welcher sie mir gütigst übergeben hat.

Chlorosphaera Klebs.

Diese Gattung wurde von *Klebs* [2]) aufgestellt. Die characteristische Beschaffenheit dieser Alge besteht darin, dass sie zweierlei Vermehrungsarten besitzt: erstens, vermehrt sie sich durch die *Zoosporen*, zweitens durch *vegetative Theilung*. Durch die erste Vermehrungsart erinnert *Chlorosphaera* an *Chlorococcum*, durch die zweite an *Pleurococcus*.

Ueber die Repraesentanten dieser Gattung wurde auch die Meinung ausgedrückt, dass dieselben nicht selbstständige Arten seien, sondern nur Stadien von verschiedenen Algen darstellen. „Der Gedanke liegt freilich sehr nahe, dass *Chlorosphaera*—Arten nur Entwicklungsstadien von höhern, den Confervoideae zugehörenden Algen sein könnten“ [3]). Diese Ansicht beruht auf der Arbeit von *Franke*, welcher beobachtet hat, dass einige Zellen die den Zellen von *Chlorosphaera endophyta* ähnlich sind, sich in die Fäden von *Endoclonium polymorphum* entwickelten. Man kann hier wiederholen, dass es ganz möglich ist, dass *Endoclonium polymorphum* unter gewissen Umständen in einzelne Zellen zerfällt, welche den Zellen von *Chlorosphaera endophyta* sehr ähnlich sind, aber daraus folgt die Identität dieser beiden Bildungen durchaus nicht. Im Gegentheil zeigen die Untersuchungen von *Chlorosphaera* — Arten, dass die letzteren selbstständige Arten darstellen, welche unter verschiedenen äusseren Bedingungen einen ganz bestimmten Entwicklungsgang besitzen.

Man kann bis jetzt vier Arten dieser Gattung unterscheiden und zwar: *Chlorosphaera endophyta*, *Chl. angulosa*, *Chl. Alismatis* und *Chl. consociata*. Von allen diesen Arten habe ich ausführlicher nur *Chl. angulosa* untersucht. Was die 3 letzteren Arten anbetrifft, so habe ich die Beschreibungen hauptsächlich nach den Notizen von Prof. *Klebs* gemacht, welcher auch seine Zeichnungen zu meiner Disposition gütigst gestellt hat.

---

[3]) *Klebs*, l. c. p. 343; *Wille*, l. c. p. 52—53.

XII.

Chlorosphaera angulosa Klebs.

Die Zellen sind rund oder infolge gegenseitigen Druckes polyedrisch (Pl. VIII, Fig. 1, 2, 3, 4). Das hohlkugelförmige Chromatophor ist mit einem, seltener zweien Pyrenoiden versehen und hat an einer Seite einen Ausschnitt, wo der Zellkern liegt. Zellen 15—30 μ. im Durchmesser. Die Vermehrung geschieht vorzugsweise durch vegetative Theilung, seltener durch Zoosporenbildung. Die Zoosporen bilden sich durch succedane Zweitheilung des Protoplastes oder, um genau zu sein, durch Theilung der wandbelegenden Protoplasmaschicht selbst, in der Weise, wie ich es für *Chlorococcum infusionum* beschrieben habe. Die Zoosporenbildung kann man beobachten, wenn man die Zellen in distillirtes oder in Regenwasser bringt. Bei der Cultur der *Chlorosphaera angulosa* sammeln sich die Zoosporen unter diesen Bedingungen in kleinen Gläsern, gewöhnlich an den dem Lichte zugewandten Wänden und keimen sofort (Fig. 5, 6, 7). Die Zoosporen cultivirte ich in kleinen Gläsern, auch in hängenden Tropfen in feuchten Kammern.

Ich habe schon oben erwähnt, dass in Regenwasser *Chlorosphaera angulosa* durch Zoosporen sich vermehrt; es sei hier noch zu bemerken, dass unter diesen Bedingungen die vegetative Theilung nicht ausgeschlossen ist.

Diese Erscheinung habe ich mehrere Male constatirt, indem ich die Keimung von Zoosporen in hängenden Tropfen beobachtete. Bei der Cultur der *Chlorosphaera angulosa* in Nährlösungen von starken Concentrationen ($1^1/_2$—4%) geht die Vermehrung durch vegetative Theilungen, was man früher vermuthen konnte, vor sich. Die Veränderungen in der Zellmembran entsprechen im Allgemeinen denjenigen, die wir bei *Chlorococcum infusionum* gesehen haben.

Ich habe die Entwicklung der *Chlorosphaera angulosa* im Laufe mehrerer Generationen verfolgt und den ganz bestimmten Formen-

kreis dieser Alge constatirt, den ich in den oben erwähnten Fallen characterisirt habe.

In der freien Natur trifft man *Chlorosphaera angulosa* auf den in Wasser untergetauchten Gegenständen, auf welchen sie grüne Anflüge bildet [1]).

XIII.

Chlorosphaera Alismatis Klebs.

Die Repraesentanten dieser Art leben in den todten Blättern von *Alisma Plantago*, wo sie Zellcomplexe von verschiedener Grösse und Farbe bilden (Pl. VIII, Fig. 8). Die Zellmembran ist (unter natürlichen Existenzbedingungen) gewöhnlich dicker, als bei der vorherbeschriebenen Art. Das Chromatophor ist hohlkugelförmig und netzförmig gelöchert mit vielen Pyrenoiden versehen (Fig. 9). Zellen 18—42 μ. im Durchmesser.

Die Vermehrung geht hauptsächlich durch Zoosporen und seltener durch Wandtheilung vor sich. Die Figuren 10, 11, 12, 13, 14, 15 und 16 schildern den successiven Entwicklungsgang der Zoosporen. Zoosporen 6—9 μ. lang und 2,5—4 μ. breit.

Ich will auch hier bemerken, dass die Zellen, welche aus Zoosporen herangewachsen sind, im Stande sind nach zweierlei Art sich zu vermehren, d. h. durch Wandtheilung und durch Zoosporen. Diese Erscheinung kann man unter anscheinend gleichen Bedingungen beobachten in einem und demselben Medium (in feuchter Kammer). Uebrigens ist diese doppelte Vermehrungsart allen *Chlorosphaera*—Arten eigen.

---

[1]) Allem Ausschein nach gehört zu dieser Form *Pleurococcus angulosa* (Menegh) Corda. Es versteht sich von selbst, dass diejenigen bis jetzt beschriebenen *Pleurococcus*—Arten, welche eine doppelte Vermehrungsart besitzen, zu *Chlorosphaera* gezählt werden müssen. Aber infolge ungenügender Beschreibung bedürfen sie vor allem näherer Untersuhungen.

XIV.

Chlorosphaera endophyta Klebs.

Die Zellen sind rund, oval oder von unregelmässiger Form (Pl. VIII, Fig. 17). Die Zellmembran ist dünn. Das Chromatophor erscheint in der Form eines Netzes, welches ziemlich grosse Maschen besitzt. Im Chromatophor sind viele Pyrenoide eingelagert. Zellen 24—40 μ. im Durchmesser.

Die Vermehrung findet vorzugsweise durch Schwärmsporen statt. Die Bildung der letzteren geschieht durch succedane Theilung der wandbelegenden Protoplasmaschicht. Wie es bei *Chlorococcum*—und bei den übrigen *Chlorosphaera*—Arten beobachtet wird, gehen die Schwärmsporen aus der Mutterzelle alle zusammen aus, indem sie in die innere Schicht der Mutterzellhaut eingeschlossen sind (Fig. 18, 19). Die Zoosporen sind oval, am vorderen Ende gespitzt (Fig. 20). Sie kommen nach einiger Zeit zu Ruhe und keimen (Fig. 21).

Die vegetative Theilung geschieht nach der gewöhnlichen Weise (Fig. 22).

Diese Art lebt zwischen den Epidermis-Zellen der verschiedenen *Lemna*—Arten.

XV.

Chlorosphaera consociata Klebs.

Diese Alge bildet plattförmige, gewebeartige Familien an den Stengeln von *Potamogeton natans* (Pl. VIII, Fig. 23).

Die Zellmembran ist dick. Das Chromatophor ist hohlkugelförmig, vielleicht netzförmig gelöchert, was ich aber nicht ganz sicher sagen kann.

Die Vermehrung findet durch Schwärmsporen statt (Fig. 24, 25, 26), und durch Zelltheilung. Zoosporen kommen bald zu Ruhe und keimen (Fig. 27).

Chlorosphaera consociata nähert sich augensheinlich einigen Vertretern aus der Ordnung *Confervoideae*.

Zum Schlusse meiner Beschreibungen der *Chlorosphaera*—Arten will ich ein Paar Worte über eine neue Art dieser Alge und zwar über *Chlorosphaera limicola*, die neuerdings von *Beyerinck*[1]) aufgestellt wurde, sagen. Aus *Beyerinck*'s Beschreibungen kann man nicht ganz sicher sein, ob in der That der Verfasser es mit *Chlorosphaera* zu thun hatte. Diese von *Beyerinck* beschriebene Form vermehrt sich ausschliesslich durch Zoosporen und nie durch vegetative Theilung, durch Wandtheilung, was für *Chlorosphaera*—Arten characteristisch ist. Ich wollte diese Form lieber als *Chlorococcum* — Art betrachten; doch einige Merkmale, die von der für *Chlorococcum* characteristischen Anordnung der Geisseln bei Schwärmsporen abweichen, passen auch nicht so gut zu der Gattung *Chlorococcum*. Es ist desshalb sehr wahrscheinlich, dass *Beyerinck* es mit einer ganz neuen Gattung zu thun hatte, welche allerdings einer nähern Untersuchung bedarf.

XVI.

Chlamydomonas apiocystiformis n. sp.

Am Schlusse will ich einen Organismus beschreiben, welchen ich *Chlamydomonas apiocystiformis* nennen will. Die vegetativen, sich in Bewegung befindlichen Individuen haben eine ziemlich dicke Membran, welche an dem vordern Ende in Form einer Ausstülpung oder eines Hautwärzchens verlängert ist (Pl. VIII, Fig. 28). Das Chromatophor ist schalenförmig; es besitzt ein Pyrenoid und hat einen Ausschnitt, wo der Zellkern liegt. Es giebt bei dieser Art zwei Geisseln, welche gleich oder länger als der Körper sind. Im farblosen Protoplasma sind 2 pulsirende Vacuolen und ein spindelförmiger Augenfleck eingelagert. Die Länge der Zelle schwankt zwischen 15—21 μ., die Breite zwischen 10—15 μ. Diese Art steht sehr nahe der *Chlamydomonas De-Baryana* Goroschan-

[1]) *Beyerinck*, l. c. p. 762.

kin [1]), aber unterscheidet sich von derselben durch die Form des Augenfleckes und die Länge der Geisseln.

Nach einiger Zeit der Bewegung, setzt sich die *Chlamydomonas* auf ein Substrat (in den von mir beobachteten Fällen auf die Wurzelhaare der *Azolla*) fest und verliert ihre Geisseln. Die Zellmembran quillt und das Hautwärzchen vergrössert sich (Fig. 29). Nachher theilt sich der Zellinhalt in 2, öfter in 4 Theile, welche sich mit eigenen Membranen bedecken und zu neuen Individuen werden (Fig. 30, 31 und 32). Nach dem Zerreissen der Mutterzellmembran werden die jungen Zellen frei.

Unter gewissen Bedingungen (Austrocknen) geht *Chlamydomonas apiocystiformis* in Palmella—ähnlichen Zustand über.

Die geschlechtlichen Individuen habe ich noch nicht beobachtet.

Bei der Beschreibung der Arten, welche ich untersucht habe, habe ich schon kurz erwähnt, welche systematische Stellung jede betrachtete Form hat. Jetzt erlaube ich mir einen allgemeinen Ueberblick über die Systematik der Ordnung der *Protococcoideen* zu geben.

Vor Kurzem theilte man diese Ordnung in 3 Gruppen oder Familien: *Volvocineae*, *Protococcaceae* und *Palmellaceae*. Diese Trichotomie finden wir in den allgemein bekannten algologischen Werken von *Rabenhorst*, *Kirchner* und *Falkenberg*. Seitdem aber unsere Kenntnisse über verschiedene Repraesentanten dieser Ordnung erweitert wurden, verlor diese Classification ihre Bedeutung und den Algologen, welche sie der Kritik unterwarfen, fiel ihre Unvollkommencheit sehr rasch in die Augen. Um die Sache ausschaulicher darzustellen, genügt es, an die frühere Familie *Palmellaceae* zu erinnern, zu welcher viele Gattungen (Hydrurus, Tetraspora, Gloeocystis, Dactylococcus u. v. a) gezählt wurden, welche in der That sehr wenig gemeines mit einander haben. Im Jahre 1885 schlug *Klebs* [2]) eine neue Classification vor. Er

---

[1]) *Goroschankin*, l. c. pp. 9—11.

[2]) *Klebs*, l. c. p. 342 u. f.

hat diese Ordnung in folgende acht Gruppen getheilt: *Pleurococcaceae*, *Chlorosphaeraceae*, *Tetrasporaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Volvocineae*, *Endosphaeraceae*, *Characieae* und *Hydrodictyeae*. Diese Trennung in kleinere engere Gruppen hat ohne Zweifel viele Vorzüge im Verhältniss zu der früheren Dreitheilung: erstens ist sie natürlicher, denn jede Gruppe enthält die Formen, welche grössere Verwandtschaft mit einander zeigen; zweitens giebt sie uns die Möglichkeit sich besser in dieser formenreichen Ordnung zu orientiren: obgleich nach dieser Classification viele Arbeiten zum Vorschein kamen, in welchen nicht nur weitere Mittheilungen über schon früher bekannte Arten gegeben sind, sondern viele neue Arten und Gattungen beschrieben wurden, entspricht die Classification von *Klebs* noch heut zutage unsern Kenntnissen über *Protococcoideeen*. Ich schliesse diess unter anderm daraus, dass in der Arbeit von *Dangeard* [1]) auch in der neuerdings erschienenen Bearbeitung der Algen von *Wille* [2]) bei der systematischen Vertheilung der Repräsentanten der Ordnung *Protococcoideae* die Classification von *Klebs* augenscheinlich zu Grunde gelegt wurde.

Dangeard theilt die *Protococcoideae* in folgende Gruppen: *Chlamydomonadineae*, *Volvocineae*, *Tetrasporeae*, *Pleurococcaceae*, *Hydrodictyeae*, *Endosphaeraceae* und *Characieae*. Wenn wir diese Classification mit der Classification von *Klebs* vergleichen, können wir leicht sehen, dass *Dangeard* in Bezug auf die Gruppirung der *Protococcoideen* mit *Klebs* fast ganz einverstanden ist. Der Unterschied liegt nur darin, dass *Dangeard* die Familie *Chlorosphaeraceae* nicht annehmen will, indem er dieser Gruppe keine Aufmerksamkeit schenkt [3]).

---

[1]) *Dangeard*, Recherches sur les algues inférieures (Ann. des sc. nat. Botanique. 7 serie. VII 1888. pp. 156—166).

[2]) *Wille*, l. c.

[3]) Fast gleichzeitig mit der Arbeit von *Dangeard* erschien: „Prodromus der Algenflora von Böhmen“ von Hansgirg (Prag. 1888) und ein Jahr später „Sylloge Algarum“ von *De-Toni* (Padova 1889). In diesen beiden Werken wurde auch eine systematische Anordnung der *Protococcoideen* vorgeschlagen. Die Verfasser theilen die betreffende Ordnung in 2 Familien: *Volvocineae* und *Palmellaceae*

Die systematische Anordnung der *Protococcoideen*, welche *Wille* gemacht hat, unterscheidet sich in gewissen Punkten von der Classification von *Klebs*. Wie es bekannt ist, theilt *Wille* diese Ordnung in 6 Familien: *Volvocineae*, *Protococcoideae*, *Tetrasporaceae*, *Chlorosphaeraceae*, *Pleurococcaceae* u. *Hydrodictyaceae*.

Bei der Vergleichung beider Classificationen ist es leicht zu sehen, dass die *Klebs*'schen Gruppen *Volvocineae* u. *Chlamydomonadeae* von *Wille* in eine einzelne vereinigt sind, auch hat dieser Verfasser aus *Endosphaeraceae* u. *Characieae* eine Familie *Protococcaceae* zusammengestellt. Bei aller Anerkennung des vollen Werthes der *Wille*'schen Bearbeitung kann ich doch mit diesem Verfasser betreffend der Hauptabtheilungen der Ordnung *Protococcoideen* nicht ganz einverstanden sein, u. bin ich geneigt in diesem Falle einige Veränderungen in der Classification dieses Verfassers zu machen. Nach meiner Auffassung unterscheiden sich die Gruppen *Volvocineae* u. *Chlamydomonadeae* (inclus. *Phacoteae*) von einander in gleicher Weise, wie sich die anderen Familien der *Protococcoideen* unterscheiden, so dass die Verbindung dieser beiden Gruppen zu einer Familie nicht consequent wäre. Ich erlaube mir hier zu betonen, dass nicht nur frühere Gelehrte (Stein) diese Gruppen abgetrennt haben, auch in der neuerdings erschienenen Arbeit von *Dangeard*, welche ich schon oben hervorgehoben habe, findet diese Trennung statt. «La division en Chlamidomonadeae et Volvocineae, avec les restrictions déjà faites et les modifications que l'étude du développement de ces êtres nous a permis d'effectuer est toute naturelle» [1]). Die zweite Abweichung wird die Familie *Pleurococcaceae* betreffen. Ich will die letztere in 2 Familien zertheilen, indem ich eine neue Familie *Gloeocystiaceae* annehmen zu dürfen glaube. Vor allem müssen zu dieser Familie die Gattungen *Gloeocystis* und *Palmella*

Zu der letzteren gehört nach den genannten Autoren eine grosse Anzahl von Gattungen, welche nach Structur und Entwicklungsgang bedeutende Verschiedenheiten darbieten, und es ist für mich ganz unbegreiflich, warum diese Verfasser wiederum zu den grösseren Abtheilungen zurückkehren.

[1]) *Dangeard* l. c. p. 157.

gezählt werden; dann die Gattungen *Schizochlamys*, *Palmodictyon*, *Palmophyllum* und *Dimorphococcus*, d. h. die Gattungen, welche von *Wille* zu der Familie *Pleurococcaceae* gezählt sind und welche sich dadurch characterisiren, dass ihre Zellen in Gallerte eingelagert sind oder an Gallertstielen sitzen. Was die Familie *Pleurococcaceae* selbst anbetrifft, wird die letztere nach Ausschliessung der oben erwähnten Arten aus folgenden Gattungen bestehen: *Pleurococcus*, *Eremosphaera*, *Nephrocytium*, *Oocystis*, *Raphidium*, *Scenedesmus*, *Dactylococcus*, *Selanosphaerium*, *Crucigenia*, *Actinastrum* und *Porphyridium*.

Ich theile also die Ordnung *Protococcoideae* in folgende acht Familien: 1) *Gloeocystiaceae*, 2) *Pleurococcaceae*, 3) *Chlorosphaeraceae*, 4) *Tetrasporaceae*, 5) *Chlamydomonadaceae* (incl. *Phacoteae*) 6) *Volvocaceae*, 7) *Endosphaeraceae* und 8) *Hydrodictyaceae*.

Was die Anordnung der Gattungen in diesen Familien anbetrifft, so bin ich allgemein mit *Wille* einverstanden, einige Fälle ausgenommen, über welche ich oben gesprochen habe. Ich will desshalb nicht auf diese Details eingehen.

Endlich gehe ich zu der Classification von *Gay* über, welche dieser Verfasser am Schlusse seiner schon oben citirten Arbeit vorgeschlagen hat.

Gay theilt die Ordnung *Protococcoideae* in folgender Weise:

Protococcoidées	sans Zoospores		Pleurococcocées.
	Zoospores	Thalles adultes immobilles	Palmellacées.
		Thalles adultes mobilles	Volvocinées.

Der Verfasser kehrt also zu der frühern Trichotomie zurück. Ueber die Unnatürlichkeit einer solchen Classification kann ich hier wiederholen, was ich schon früher erwähnt habe: in diesem Falle muss man in einer und derselben Familie solche Formen verbinden, welche mit einander sehr wenig gemeines haben. Der Verfasser muss z. B. zu seiner Familie „*Palmellacées*“ die Formen: *Hormotila*, *Chlorosphaera*, *Endosphaera*, *Sciadium* u. v. a

aufzählen, welche von einander sehr scharf abgegrenzt sind. Leider hat *Gay* ganz kurz die Familien *Palmellaceae* und *Volvocineae* characterisirt und hat gar nichts erwähnt, welche Gattungen, nach seiner Meinung, zu diesen Familien gehören müssen. Ausführlicher hat *Gay* die Familie *Pleurococcaceae* behandelt. Er theilt *Pleurococcaceae* in folgende Triben: 1) *Pleurococcaceae* mit den Gattungen: *Pleurococcus*, *Stichococcus*, *Schizogonium* und *Prasiola*; 2) *Dactylococcaceae* mit den Gattungen *Dactylococcus*, *Rhaphidium*, *Selenastrum*, *Achinastrum* und *Crucigenia* und 3) *Gloeocysteae* mit den Gattungen: *Geminella*, *Gloeocystis*, *Nephrocytium*, *Oocystis* und *Trochiscia*. Was die Aufzählung der Gattungen: *Pleurococcus*, *Stichococcus*, *Rhaphidium*, *Selenastrum*, *Achinastrum*, *Crucigenia*, *Nephrocytium* und *Oocystis* anbetrifft, so bin ich mit *Gay* ganz einverstanden. *Dactylococcus* gehört auch zu den *Pleurococcaceen*, was ich schon im speciellen Theile meiner Arbeit hervorgehoben habe. Ueber *Gloeocystis* habe ich auch meine Meinung ausgedrückt. Was *Schizogonium*, *Geminella* und *Prasiola* anbetrifft, so ist die Aufzählung dieser Gattungen bei den *Pleurococcaceen* und überhaupt bei der Ordnung *Protococcoideae*, meiner Meinung nach, ganz unbegründet. Nach dem Habitus des Thallus, nach der Anordnung der Zellen in Fäden und Flächen gehören diese Algen mehr zu den *Confervoideen*, als zu den *Protococcoideen*, da bei der Trennung dieser beiden Ordnungen *den vegetativen Merkmalen* die massgebende Bedeutung zukommt [1]).

---

[1]) Siehe bes. *Kirchner*, Algen, pp. 38—40; ferner auch *Falkenberg*, Die Algen im weitesten Sinne, p. 240; *Wille*, l. c. p. 27.

Figurenerklärung.

Die meisten Figuren sind Skizzen aus freier Hand, welche, wo es nicht anders angegeben, bei 3 Oc. und 7 Syst. *Leitz*'s gemacht worden sind.

Planche VI.

Chlorococcum infusionum Menegh.

Fig. 1. Eine Anzahl von Zellen.
» 2. Austritt von Zoosporen.
» 3. (a, b)Eine Zoospore.
» 4. Eine an der Luft veget. Zelle.
» 5. Junge, aus Zoosporen herauskommende Individuen.
» 6. Zoosporenbildung.
» 7. Eine in st. Nährlös. veget. Zelle.
» 8. Ein Complex von Zellen in Nährlösung.
» 9. Zoosporenbildung.
» 10. Eine Anzahl von Zellen auf Baumrinde.
» 11. Dauerzellen.
» 12. Junge mit *Picrocarmin* bearb. Zellen.
» 13. Eine mit *Haematoxylin* bearb. Zelle.
» 14. Eine mit *Boraxcarmin* bearb. Zelle.
» 15. Junge, aus Zoosporen herauskommende Zellen.

Anm. Fig. 3, 12, 13 u. 14 sind mit 3 Oc. und mit Objectiv $^1/_{16}$ (Oelimersion) von *Leitz* entworfen.

Gloeocystis Naegeliana (mihi).

Fig. 17. An der Luft.
» 18—23. Im Wasser.
» 24—25. Auf Lehm.

» 26—27. Auf Torf.
» 28—29. In 0,5% Nährlös.
» 30. In 1% Nährlös.
» 31. In 2% Nährlös.
» 32—39. Unter verschied enenBedingungen (Siehe Text).

Pleurococcus simplex n. sp. (mihi).

Fig. 40 (Vergr. 1200), 41, 42 und 43 (Vergr. 600). Eine Anzahl von Zellen.

Planche VII.

Pleurococcus miniatus Näg.

Fig. 1—3. Grüne Zellen (Vergr. 800).
» 4—6. Mit Oel erfüllte Zellen (800).
» 7. Eine Ruhezelle (800).
» 8—11. Bildung der Tochterzellen (800).

Pleurococcus conglomeratus n. sp. (mihi).

Fig. 12, 13 und 14. Zellencomplexe.
» 15. Ein Complex von Zellen, welcher mit der Mutterzellmembran bekleidet ist.
» 16. Zelltheilung.
» 17. Eine Anzahl von Complexen, welche mit Mutterzellmembranen bekleidet sind.
» 18—19. Zwei Complexe von Zellen, welche mit den Mutterzellmembranen bekleidet sind.
» 20. Dauerzelle.

Pleurococcus regularis nov. sp. (mihi).

Fig. 21—25. Eine Anzahl von Zellcomplexen (Vergr. 770).
» 26—29. Bildung der Tochterzellen (770).

Dactylococcus infusionum Naeg.

Fig. 30—35. Bildung der Tochterzellen.
» 36. Eine stark vergrösserte Zelle.
» 37—40. Verschiedenartig verbundene Zellcomplexe.

Rhaphidium Brauni Naeg.

Fig. 41—42. Zwei einzelne Individuen (Vergr. 800).
» 43. Ein Paar junge zu zwei verbundene Individuen (800).
» 44—47. Bildung der Tochterzellen (800).
» 48—51. Ruhezellen (800).
» 52—54. Keimung der Ruhezellen (800).
» 55. Junge Individuen (800).

Planche VIII.

Chlorosphaera angulosa Klebs.

Fig. 1—4. Eine Anzahl von Zellen (800).
» 5. Zoosporen (800).
» 6. Zur Ruhe gekommene Zoosporen (800).
» 7. Weiteres Stadium (800).

Chlorosphaera Alismatis Klebs.

Fig. 8. Eine Anzahl von Zellen (Vergr. 430).
» 9—13. Bildung von Zoosporen (430).
» 14. Austritt von Zoosporen (440).
» 15. Zoosporen (800).
» 16. Eine zur Ruhe gekommene Zoospore (800).

Chlorosphaera endophyta Klebs.

Fig. 17. Eine Anzahl von Zellen (440).
» 18—19. Austritt von Zoosporen (700).
» 20. Zoosporen (700).
» 21. Zur Ruhe gekommene Zoosporen (700).
» 22. Vegetative Theilung.

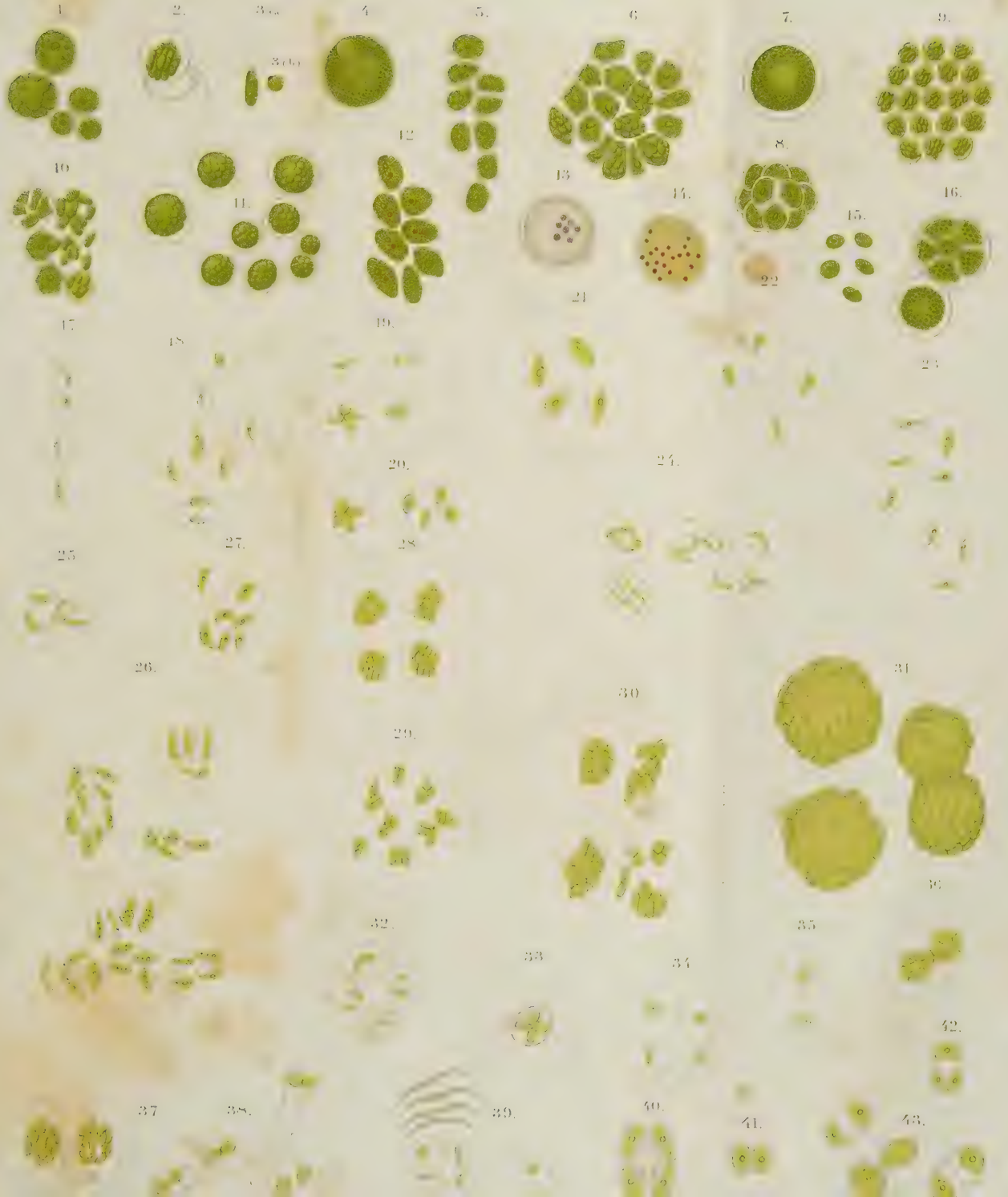
Chlorosphaera consociata Klebs.

Fig. 23. Allgemeiner Habitus (Vergr. 440).
» 24. Zelltheilung (440).
» 25. Zoosporen, welche schon innerhalb der Mutterzellmembran zur Ruhe gekommen sind (800).

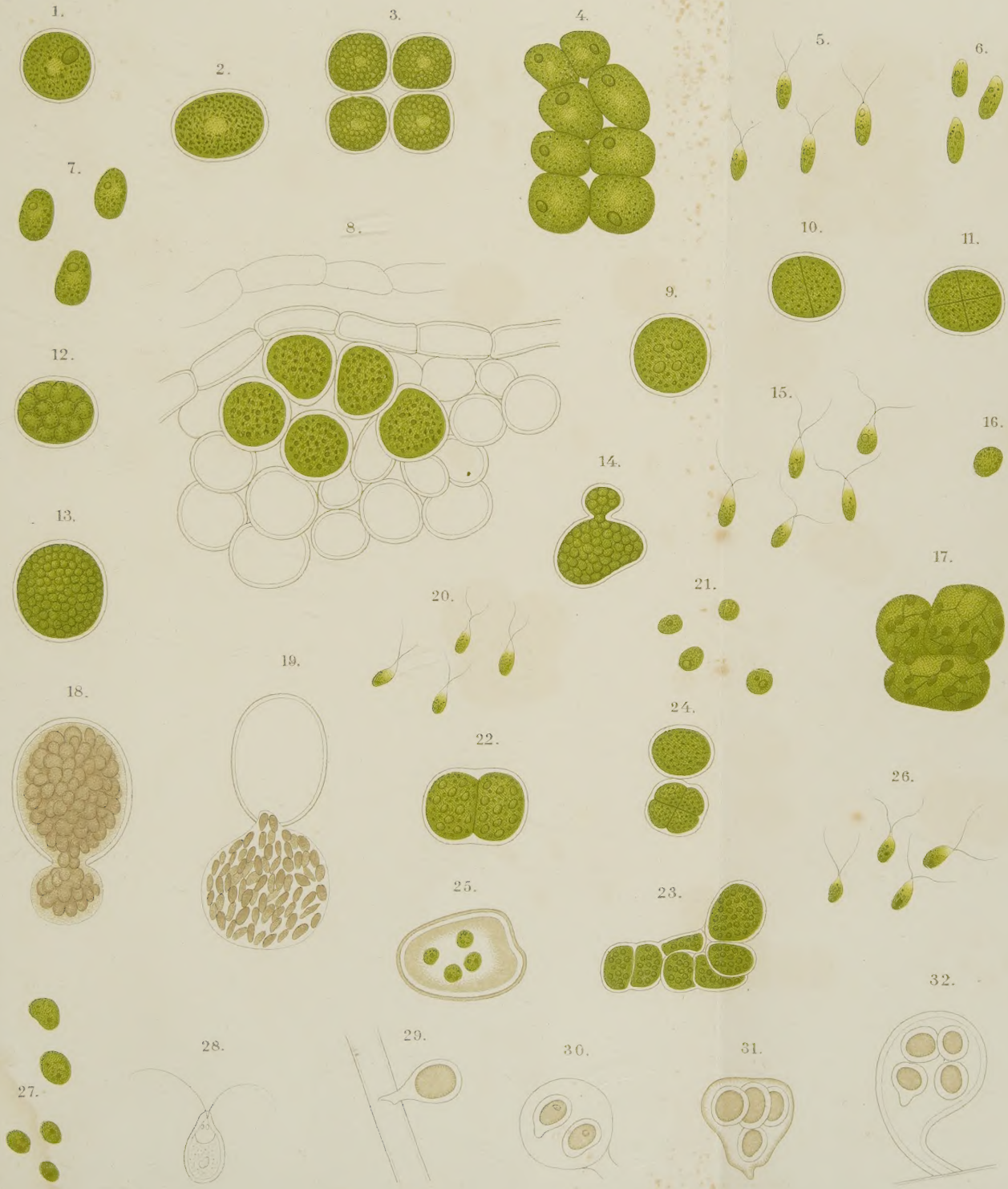
Fig. 26. Zoosporen (800).
» 27. Junge Zellen (800).

Chlamydomonas apiocystiformis n. sp. (mihi).

Fig. 28. Eine Zoospore.
» 29. Festsitzendes Individuum.
» 30—32. Bildung der Tochterzellen.


1.
2.
3.a
3.b
4.
5.
6.
7.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
8.
15.
16.
22.
17.
18.
19.
21.
23.
20.
24.
25.
27.
28.
26.
30.
31.
29.
32.
33.
34.
35.
36.
42.
37.
38.
39.
40.
41.
43.

1
2.
3.
4.
5.
6
7
8
9
10.
11
12
13
14.
15
17
18
19
20
16
21
24.
23
25
27
22
26
28.
29
30
31
32
33
34
35.
36.
37
38
39
41
42
43
44.
45
40
46.
47.
48
49
50
51.
54.
52
53


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.